



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**EVALUACIÓN DE POSIBLES NIVELES DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA
AMPLIACION DEL EDIF 4. UNIVERSIDAD
JOSE ANTONIO PAEZ. MUNICIPIO SAN
DIEGO ESTADO CARABOBO.**

Autor: Adrián María José

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA AMPLIACION
DEL EDIF 4. UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ. MUNICIPIO SAN
DIEGO. ESTADO CARABOBO.**

Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título
de:
INGENIERO CIVIL

Autor
Adrián María José
C.I: 21.584.263

Tutor Académico.
Ing. Manzanares Carlos.
C.I: 19.433.301

San Diego, Junio 2018.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, **ING. CARLOS MANZANARES**, portador(a) de la cédula de identidad **N°19.433.301** hace constar que ha leído el Proyecto del Trabajo de Grado, presentado por la ciudadana **ADRIAN MARIA JOSE** portador de la cedula de identidad **21.584.263**, titulado, **EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA AMPLIACION DEL EDIF 4. UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ. MUNICIPIO SAN DIEGO. ESTADO CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero **CIVIL**, y acepta la tutoría del mencionado Proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación; según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes Reglamentos.

En San Diego, a los 21 días del mes de Junio del año dos mil dieciocho.

Firma
Nombre del Tutor
C.I. del tutor



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-CV -002-2019-1CE

Valencia, 22 de Abril de 2019.

Ciudadano:
María Adrián
C.I: 21.584.263
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 22-04-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado **EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA AMPLIACIÓN DEL EDIF 4 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ. MUNICIPIO SAN DIEGO. ESTADO CARABOBO** Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Carlos Manzanares, C.I: 19.433.301 y la Ing. Alicia de Pizzella, C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.



Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería

c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

L.L/c.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por guiarme y darme la fortaleza a tomar las decisiones correctas durante este recorrido, por su amor y gracia sin condición, su misericordia día a día, la Gloria de este logro es para Él.

A mis padres, gracias por estar ahí siempre apoyándome y aconsejándome, todo el tiempo, ayudándome en todo lo necesario.

A mis hermanas Angy y Francesca por su amor y apoyo incondicional, motivación y ánimo a seguir adelante para culminar esta meta.

A mi novio Reynaldo Campero, por todo su amor, paciencia, tolerancia y comprensión, por estar presente en la mayoría de este recorrido. Por ser mi amigo incondicional en el mismo, apoyándome y motivando a seguir a pesar de las dificultades.

Mi familia y amigos en general, por toda la ayuda en este recorrido por sus intereses y amor, sus oraciones y todo el tiempo de calidad y palabras de afirmación que me ayudaron y motivaron a esforzarme cada vez más.

A mi tutor Ing. Carlos Manzanares, profesor y amigo, por transmitir sus conocimientos, disponer de su tiempo y dedicación, desempeñando una excelente tutoría en este trabajo.

DEDICATORIA.

Primeramente le dedico este logro a Dios, porque sin su amor no hubiese entendido el propósito de todo este recorrido y las enseñanzas que me dejó en él, va dedicado a Él aun sabiendo que él merece mucho más de lo que pueda hacer en la vida y que en este recorrido lo mejor que obtuve sin duda alguna, fue conocer de su amor, su salvación y la oportunidad de relacionarme con él genuinamente día a día.

A mis padres para que tengan satisfacción de su propio ejemplo de ser constantes y determinados en la vida, por todo su amor y esfuerzo, el resultado de esto va dedicado a ellos.

A mis hermanas Angy y Francesca para que vean el fruto de su amor, apoyo y confianza incondicional hacia mí y que todo esfuerzo y dedicación tiene satisfacción y recompensa, con todo mi amor va dedicado a ellas.

A mi novio Reynaldo, porque su amistad y amor fueron pilares en todo este tiempo, por su confianza y motivación cada día, por ser una persona ejemplar y admirable, esforzada, amorosa y paciente, este logro va dedicado a él.

ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO

RESUMEN INFORMATIVO.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
EL PROBLEMA.	2
1.1 Planteamiento y Formulación del problema.....	2
1.2 Formulación del problema.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación del Problema.....	5
1.5 Alcance.....	7
1.6 Limitaciones.....	7
MARCO TEÓRICO.	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Bases teóricas.....	10
2.2.1 Sismos.....	10
2.2.2 Escalas de Medición para la Intensidad de los Sismos.....	18
2.2.3 Escalas de Mercalli y Richter.....	19
2.2.4 Sismicidad.....	21
2.2.5 Peligrosidad Sísmica.....	24

2.2.6 Vulnerabilidad sísmica.....	27
2.2.7 Evaluación de Riesgos y Amenazas Sísmicas.	29
2.2.8 Daños en las edificaciones.	30
2.2.9 Mitigación de riesgo sísmico.	31
2.2.10 Índice de Priorización de los edificios.	33
2.2.11 Formas espectrales.	33
2.2.12 Edificación de estructura irregular.....	36
2.2.13 Calificación de edificaciones según el uso y obtención del factor de importancia.	39
2.2.14 Nivel de diseño.	41
2.2.15 Clasificación según el tipo de estructura.	43
2.2.16 Sistemas Estructurales.	44
2.2.17 Procedimientos de inspección FUNVISIS.....	48
2.2.18 Índice de Vulnerabilidad y priorización.	55
2.3 Bases Legales.....	64
2.4 Definición de términos básicos.....	66
MARCO METODOLÓGICO.	9
3.1 Diseño de la investigación.	9
3.2 Nivel de la investigación.	71
3.3 Población y muestra.....	71
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.	71
3.5 Fases metodológicas.	74
PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	9

4.1 Analizar la geometría de la edificación.....	9
4.1.1 Definición de propiedades mecánicas de los materiales.....	77
4.1.1.1 Configuración Geométrica.....	77
4.1.1.2 Dimensiones de las secciones tipo y tabiquería.....	78
4.1.2 Inspección en sitio de la estructura.	79
4.1.3 Edificación de estructura irregular COVENIN 1756: 2001.....	79
4.1.3.1 Irregularidades verticales.	79
4.1.3.1.1 Aumento significativo de las dimensiones de las plantas con la altura.	79
4.1.3.1.2 Discontinuidad en el plano resistente a cargas laterales.....	80
4.1.3.1.3 Regularidades según la distribución de masa.....	80
4.1.3.1.4 Regularidades según la distribución de rigideces y resistencias a cargas laterales.....	81
4.1.3.2 Irregularidades en planta.	82
4.1.3.2.1 Sistema no ortogonal.....	83
4.1.3.2.2 Regularidad en planta según flexibilidad del diagrama.	83
4.1.3.2.3 Formación interacción con la mampostería de columnas cortas.	83
4.1.4 Requisitos para elementos Estructuras ACI- 318-14.	84
4.1.4.1 Detallado de Vigas.	84
4.1.4.2 Detallado de Columnas.	84
4.2 Verificación de la estructura mediante el software de cálculo estructural.	84

4.2.1 Modelado de la edificación.....	84
4.2.1.1 Inicio de un nuevo modelo.	85
4.2.1.2 Establecimiento de ejes.....	85
4.2.1.3 Propiedades de materiales.....	85
4.2.1.4 Elementos o secciones.	86
4.2.1.5 Diafragma.	87
4.2.1.6 Espectro de diseño.	88
4.2.1.7 Patrones de carga.	89
4.2.1.8 Combinación de cargas.....	89
4.2.1.9 Dibujo de miembros y asignación de elementos tipo área. ...	89
4.2.1.10 Asignación de cargas.	90
4.2.1.11 Masa participativa.....	90
4.2.1.12 Revisión del modelo.	90
4.2.2 Análisis del modelo.....	90
4.2.2.1 Verificación del acero longitudinal en las vigas.	92
4.2.2.2 Verificación del acero transversal en las vigas.	94
4.2.2.3 Verificación del acero requerido por columnas.	95
4.2.2.4 Verificación de Derivas por nivel.	95
4.3 Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de la ampliación del edificio Nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez.	95
4.3.1 Índice de vulnerabilidad.....	97
4.3.2 Índice de priorización.	97
CONCLUSIONES	9

RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	101
ANEXOS.....	102

INDICE DE TABLAS.

TABLAS.

Tabla 1. Tablas de intensidad sísmicas.	21
Tabla 2. Formas espectrales.....	35
Tabla 3. Factor de importancia.	40
Tabla 4. Nivel de diseño ND.	41
Tabla 5.	

Tabla 25. Centro de Masa y de Rigidez.....	82
Tabla 26. Relación largo/ancho.	83
Tabla 27. Verificación del acero long Semisótano.....	92
Tabla 28. Verificación del acero long Planta Baja.....	92
Tabla 29. Verificación acero long Nivel 1.	92
Tabla 30. Verificación acero long Nivel 2	93
Tabla 31. Verificación acero long Nivel 3.	93
Tabla 32. Verificación acero long Nivel 4.	93
Tabla 33. Verificación acero long Nivel 5	94
Tabla 34. Verificación acero long Nivel 5.	94
Tabla 35. Acero transversal de vigas de semisótano.....	94
Tabla 36. Acero requerido de columnas semisótano.	95
Tabla 37. Chequeo Derivas.....	95
Tabla 38. Parámetros para el cálculo del índice de importancia.	97
Tabla 39. Valoración del Índice de Vulnerabilidad (L).....	97
Tabla 40. Valoración del Índice de Priorización (Ip).....	98

INDICE DE FIGURAS.

FIGURAS.

Figura 1. Ubicación del foco, del epicentro y distribución de las ondas sísmicas generadas. .durante un terremoto.....	15
Figura 2. Deformaciones producidas por ondas corpóreas: (a) Ondas P, y (b) Ondas S.....	17
Figura 3. Sismicidad mundial registrada durante 1961-1967.	22
Figura 4. Fallas Cuaternarias 2014.	23
Figura 5. (Propagación de la energía Sísmica desde el epicentro hasta la estructura).....	26
Figura 6. Ubicación de vigas, columnas y distribución de la tabiquería.	46
Figura 7. Sistemas estructurales para resistir fuerzas laterales.....	48
Figura 8. Mapa d zonificación sísmica.....	57
Figura 9. Construcciones considerando vulnerabilidad asociada a la topografía....	62
Figura 10. Planilla de inspección visual (frente).	73
Figura 11. Planilla de inspección visual (posterior).....	74
Figura 12. Vista de planta del nivel planta baja.	9
Figura 13. Inicio de nuevo modelo.	85
Figura 14. Propiedades de materiales.....	86
Figura 15. Elementos o Secciones.	87
Figura 16. Diafragma.	88
Figura 17. Espectro de diseño.	88
Figura 18. Combinación de cargas.....	89
Figura 19. Resultados del Modelo.	91
Figura 20. Resultados del Modelo.	91

INDICE DE ANEXOS.

ANEXOS.

Anexos 1. Fotografía de la inspección.....	102
Anexos 2. Fotografía de inspección.....	102
Anexos 3. Fotografía de la inspección.....	104
Anexos 4. Análisis de Carga.	105
Anexos 5. Detallado de Vigas y Columnas.	106
Anexos 6. Planilla metodología FUNVISIS.	108
Anexos 7. Planta índice Semisótano.....	109
Anexos 8. Planta índice Planta Baja.....	110
Anexos 9. Planta índice Nivel 1.	111
Anexos 10. Planta índice Nivel 2.3	112
Anexos 11. Planta índice nivel 4.5.	113
Anexos 12. Planta índice techo.	114
Anexos 13. Acero de Refuerzo Long $Z=7.68$ (cm).....	115
Anexos 14. Acero de Refuerzo Long $Z= 1152$ (cm).....	116
Anexos 15. Acero de Refuerzo Long $Z= 1536$ (cm).....	117
Anexos 16. Acero de Refuerzo Long $Z= 1920$ (cm).....	118
Anexos 17. Acero de Refuerzo Long $Z= 2304$ (cm).....	119
Anexos 18. Acero de Refuerzo Long $Z= 2688$ (cm).....	120



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA AMPLIACION DEL
EDIF 4. UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ. MUNICIPIO SAN DIEGO.
ESTADO CARABOBO.**

Autor: Adrián María José

Tutor: Ing. Carlos Manzanares.

Fecha: Junio 2018

RESUMEN INFORMATIVO

En el presente trabajo se evaluó la vulnerabilidad sísmica a la ampliación del Edificio Nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez, siendo el mismo una edificación prioritaria. El estudio se realizó empleando un software de cálculo estructural y la metodología simplificada propuesta por FUNVISIS, y los resultados obtenidos fueron comparados con los parámetros que establece la norma COVENIN 1756-01 “EDIFICACIONES SISMORESISTENTES” y el código ACI 318-14.

INTRODUCCIÓN

Debido a su ubicación, Venezuela es un país con amenaza sísmica latente, ya que se encuentra en el margen de la placa suramericana y la placa del caribe, debido a esto en el siglo XX sucedieron grandes eventos sísmicos colocando en peligro la vida de muchas personas. Los últimos eventos más destacados y de gran importancia para la nación son: El terremoto en la ciudad de Caracas el 29 de julio de 1967, el sucedido en Cariaco el 9 julio de 1997 y el más reciente fue con epicentro en Morón Edo. Carabobo el 12 de septiembre del 2009. Dichos eventos ocasionaron daños realmente considerables a las edificaciones, siendo uno de estos el de Caracas el que ocasiono mayores pérdidas, tanto humanas como materiales, esto sucedió ya que no fueron tomadas en cuenta las consideraciones sismorresistente necesarias para mitigar los daños en las estructuras, a partir de este evento se comenzó a involucrar la acción de los sismos en el cálculo de cualquier obra.

El presente trabajo se realiza en una zona que posee alto riesgo sísmico debido a su ubicación geográfica, en una edificación del municipio San Diego, dando así importancia a grandes edificaciones ya que el municipio presenta pocos números de instalaciones civiles que puedan prevenir riesgos humanos o materiales, en caso de un sismo de importancia considerable. Debido a esto, se seleccionó la edificación para llevar a cabo el estudio, tomando en cuenta las recomendaciones considerables establecidas por FUNVISIS. El objetivo principal de la investigación es la evaluación de posibles niveles de vulnerabilidad sísmica presente en la ampliación del edificio Nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se realizaron una serie de pasos sistemáticos divididos en cuatro capítulos:

El capítulo I denominado “El Problema”, está conformado por el planteamiento del problema, el objetivo general y objetivos específicos, la justificación, el alcance, limitaciones y delimitaciones.

El capítulo II que corresponde al “Marco Teórico”, contiene todo lo referente a los antecedentes investigativos, las bases teóricas, bases legales y un conjunto de definiciones básicas para la comprensión de este trabajo.

El capítulo III expresado como “Marco Metodológico” enmarca lo relativo al tipo de investigación, el nivel de la investigación, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, y por ultimo las fases de la investigación

Por último, en el Capítulo IV corresponde a los Recursos Humanos, Institucionales y Materiales a los cuales se ha recurrido para la realización del mencionado trabajo de grado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.

1.1 Planteamiento y Formulación del problema.

Desde el inicio, la población ha intentado establecerse y asentarse al desarrollo a lo largo del tiempo, para crear riqueza a fin de mantener la prosperidad o bienestar económico y social entre ellos mismos. Este podría ser el resultado de los saltos cualitativos y cuantitativos dentro de un sistema económico facilitado por tasas de crecimiento que se han mantenido variables en el tiempo y que han permitido mantener procesos de acumulación del capital.

El crecimiento económico es una de las metas de toda sociedad y el mismo implica un incremento significativo de los ingresos, y de la forma de vida de todos los individuos de una sociedad. Existen puntos de vista desde los cuales se mide el crecimiento de una sociedad, alguno de ellos son como ejes de medición la inversión, las tasas de interés, el nivel de consumo, las políticas gubernamentales, o las políticas de fomento al ahorro; todas estas variables son herramientas que se utilizan para medir dicho crecimiento. Y este crecimiento requiere de una medición para establecer que tan lejos o que tan cerca estamos del desarrollo. Por lo general, en aquellos países cuya geografía se encuentra beneficiada por poseer grandes zonas costeras, sus habitantes se establecen en las mencionadas áreas ya que estas son impulsoras de un mayor desarrollo económico debido a las facilidades de transporte, obtención de alimentos, turismo, agronomía, entre otras.

No se puede hablar de una zona vulnerable si esta no presenta alguna amenaza que conlleve a pérdidas humanas y económicas, por consiguiente, el estudio se realiza en áreas en las que se observe alto riesgo; según la recopilación obtenida por parte de los servicios geológicos que solo tomen recopilación, o tomen las mediciones aceptables, para el año 2014 se registraron un total de 1465 terremotos con intensidad comprendida entre 5 y 8+, medida en la escala de magnitud de momento (Mw), dejando un rastro de fatalidades en

todo el mundo. De los eventos naturales ocurridos a nivel mundial los sismos suponen el 9 % y en la última década, los sismos han sido indicados como la causa del 60 % de las muertes ocurridas en el mundo. Esto ha traído como consecuencia, el aumento significativo de la vulnerabilidad social y territorial bajo la cual siguen teniendo auge los asentamientos urbanos motivado a la alta densidad poblacional en zonas de alto riesgo sísmico. Siendo el sismo una de los fenómenos naturales más importantes a tomar en cuenta a la hora de construir grandes edificaciones ya que este es producto de un movimiento brusco y pasajero de toda la placa terrestre, y que es ocasionado por la liberación de energía acumulada, el mismo, se produce mayormente por la actividad de las fallas geológicas. Algunas de las fallas más importantes a nivel mundial son: Altyn Tagh, la falla de San Andrés, falla de San Ramón y la falla de Bocono.

Venezuela no está aislada del riesgo sísmico mundial, ya que está ubicada en el norte de la placa Suramericana, dicha placa tiene un límite transformante dextral con la placa del Caribe, dando origen a tres fallas importantes como son: las fallas de Bocono, El Pilar, San Sebastián y Oca-Ancón, localizadas en la región andina, oriental y central respectivamente. Las principales ciudades y de mayor densidad poblacional se asentaron en las costas de Venezuela, debido al desarrollo económico relacionado principal con la exportación. A finales del siglo pasado se tomó en consideración la acción sísmica en el proceso de diseño de edificaciones, con esto, también se dio lugar a la mejora de construcciones precarias o antiguas.

El municipio San Diego puede presentar ciertos riesgos ya que ha tenido un incremento de la población e industrias, a lo largo de este proceso se notó que existe una incidencia sísmica elevada en el municipio. Este alberga una cantidad de industrias y estructuras de suma importancia entre los cuales se encuentra la Universidad José Antonio Páez, teniendo un número significativo de personas incluyendo a estudiantes, personal administrativo, docente y obrero. Lo que hace importante realizar una evaluación de los niveles de vulnerabilidad de su estructura para prevenir futuros daños y fallas al nivel estructural en la edificación basándonos en las normas vigentes. También es necesario evaluar el daño que pueden generar los elementos no estructurales como son las paredes de mampostería,

cristalería, tuberías de aguas blancas, servidas y gas, ya que los mismos pueden ocasionar la disfuncionalidad de la edificación. La alta presencia de los elementos en las edificaciones antes mencionados de la Universidad José Antonio Páez, incrementa los niveles de vulnerabilidad para la edificación, en atención a lo planteado es importante realizar la evaluación pertinente a dichos elementos y conocer la amenaza que representan para los usuarios.

1.2 Formulación del problema.

Evaluando en la edificación las características, irregularidades y la ubicación donde se presentan riesgos considerables y alta sismicidad. ¿Qué tan vulnerable es la ampliación del edificio nro. 4 en la Universidad José Antonio Páez, municipio San diego edo. Carabobo con respecto a los eventos sísmicos?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Evaluar niveles de vulnerabilidad sísmica de la ampliación del edificio Nro. 4, ubicado en La Universidad José Antonio Páez, en el municipio San Diego Estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Analizar la geometría de la edificación.

Modelar la estructura mediante el uso de un software de cálculo estructural.

Examinar los resultados obtenidos del análisis de la edificación, basándose en la norma venezolana COVENIN 1756-01 (norma sismo resistente) y el código ACI 318-14.

Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la ampliación del edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez mediante la metodología simplificada propuesta por FUNVISIS.

1.4 Justificación del Problema.

El estudio de aquellos fenómenos naturales que afectan las edificaciones en especial los fenómenos geológicos como la amenaza sísmica, ha mostrado importantes avances en cuanto a consideraciones que se deben tomar para que las edificaciones sean menos

vulnerables a estos, cambiando progresivamente la filosofía de diseño de las mismas, sin embargo, se presenta una gran incertidumbre en cuanto a la magnitud, dirección y en qué momento va a ocurrir un sismo, dejando una variable significativa en la determinación del riesgo. Es por esta razón, que resulta importante el conocimiento de los niveles de vulnerabilidad que pueda presentar la edificación en el momento de ocurrencia de un sismo, disminuyendo el grado de incertidumbre que presenta esta variable para tomar en cuenta las medidas necesarias y salvaguardar la vida de los usuarios y de la edificación en sí. Es decir, que los resultados obtenidos podrán ser utilizados tanto por las autoridades municipales, como por urbanistas e ingenieros con el fin de realizar las planificaciones necesarias y garantizar que el edificio tenga la capacidad de brindar servicio de emergencia de forma inmediata ante un evento sísmico.

En la proyección de estructuras se busca que sean definidas bajo una distribución uniforme y de geometría regular, de esta forma se podrá predecir su comportamiento bajo la acción sísmica. Si una edificación no puede ser diseñada bajo estos criterios o estas condiciones por algún agente externo, se toman en cuenta factores que consideran estas irregularidades para concebir esta edificación de forma adecuada. Debido a la arquitectura irregular que presenta el edificio en estudio, es preciso realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica para cuantificar los posibles daños que pueda dejar la acción de un sismo, esta investigación sirve de refuerzo para el desarrollo de nuevas edificaciones con arquitectura similares.

De esta forma toda edificación posee distintos tipos de instalaciones como lo son, sistema de acueductos, cloacas, tuberías de gas, luz, ventilación, entre otros. El edificio nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez no está exento de dichos servicios y tampoco a la falla de alguno de ellos bajo una amenaza sísmica, es importante evaluar el posible comportamiento de dichas instalaciones para cuidar la integridad de la súper estructura y de los usuarios, al ser un recinto educacional es calificado como una instalación crítica ya que requieren de primordial importancia ante un desastre debido a la gran fluencia de personas que pudiesen estar haciendo uso de sus recintos al momento de un terremoto y las mismas pueden servir de refugio ante diversas emergencias.

No es posible garantizar un buen funcionamiento de las líneas vitales que hacen factible el funcionamiento eficiente de la edificación si no se tiene un estudio previo de vulnerabilidad de estos sistemas críticos. De aquí la importancia del presente estudio.

1.5 Alcance.

El presente trabajo se ha enfocado en el estudio de normas para la evaluación de los niveles sísmicos desarrollando y proporcionando una nueva visión, para la prevención, transformación, mantenimiento y mejoramiento de las actividades desarrolladas en la edificación.

1.6 Limitaciones.

El presente trabajo presenta ciertas limitaciones debido a la parte de acceso a la información, es decir, a los planos arquitectónicos, estructurales y estudios de suelos, debido a las ocupaciones y disposición de tiempo del personal en planta física.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

En este capítulo podemos presentar las bases teóricas y antecedentes que sustentan y dan valor teórico a la investigación relacionada con las áreas a tratar, como la ingeniería sismorresistente, riesgo sísmico y vulnerabilidad generando conocimiento en el tema planteado. Dicho entendimiento sobre el conocimiento en esta área de investigación, debe estar apoyado bajo organizaciones el cual su función sea fomentar y mejorar el mismo. La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) es el organismo responsable de ejecutar y promover investigaciones y estudios sismológicos, así como la encargada de la operación y mantenimiento de las estaciones del servicio sismológico de Venezuela, desde donde se registra y monitorea toda la actividad sismológica nacional. Fue creada el 27 de julio de 1972, por Decreto Presidencial No. 1053, publicado en la Gaceta Oficial número 29.864.

Existen otras organizaciones que promueven la investigación, la formación y los conocimientos técnicos en emergencias humanitarias, con especial atención a la salud pública y epidemiología, como el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED, 2009); también encontramos el servicio Geológico los E.U., encargada de proporcionar información científica y confiable para describir y comprender la tierra, minimizar la pérdida de vidas y bienes durante los desastres naturales, gestionar el agua, biología, la energía y los recursos minerales, entre otras como el Instituto de investigaciones en Ingeniería sísmica (EERI), la Asociación Europea de Ingeniería Sísmica (EAEE), la Comisión de Seguridad Sísmica de California (CSSC).

2.1 Antecedentes.

A continuación se presentan tres (3) trabajos de grado que por sus antecedentes bibliográficos relacionados al desarrollo de metodologías de gestión de calidad, han sido tomados como referencia para el correcto direccionamiento y desarrollo del presente trabajo de grado:

Lovera, Andreina (2010). En su trabajo de grado **“Identificación de vulnerabilidad sísmica en Unidad Educativa Simón José Guerdez Ortiz ubicada en el municipio los guayos”**, para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad José Antonio Páez; cuyo objetivo es hallar la vulnerabilidad sísmica del centro de Sincelejo y sus alrededores, por medio del método del Índice de Vulnerabilidad, para así determinar el daño esperado para diferentes aceleraciones sísmicas, utilizando como herramienta principal, la tecnología de Sistema de Información Geográfica SIG, acompañados de un estudio de zonificación geotécnica y una completa información de las edificaciones a estudiar.

Los aportes que proporciona la investigación antes citada son esenciales para el desarrollo del presente trabajo de grado ya que los resultados finales del trabajo citado de investigación, muestran que un gran número de estructuras presentan diferentes problemas, tanto en el diseño arquitectónico y estructural, como en su construcción asociado, en un gran porcentaje, y no contaban con una norma sismorresistente.

Asimismo, Bustos Silva, Natalia Andrea (2011). En su trabajo de grado **“Vulnerabilidad Sísmica Estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región”**, para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad de Chile; tiene como objetivo principal estimar el riesgo sísmico en una muestra de viviendas sociales, para ello se abordan, en un análisis extenso, los dos factores involucrados, vulnerabilidad y peligro sísmico desde la perspectiva de la ingeniería y sismología aplicada respectivamente. La vulnerabilidad se abordó mediante dos enfoques y se evaluó el peligro sísmico abordándolo mediante los enfoques probabilístico y determinístico. Dicho trabajo permitió ampliar los conocimientos en cuanto a los conceptos básicos y diferencias en las evaluaciones de las amenazas, vulnerabilidad y riesgos sísmicas.

Finalmente, Mercado, Luis & Sabogal, Carlos (2016). En su trabajo de grado **“Análisis de Vulnerabilidad Sísmica en edificaciones aperticadas de concreto reforzado en la ciudad de Cartagena caso de estudio: Edificio concasa y banco del estado”**, para optar por el título de Ingeniero Civil, el cual tuvo como objetivo hacer una evaluación de la

vulnerabilidad que presentan los edificios Concasa y Banco del estado, al ser expuestos a un sismo, esto mediante la simulación de un evento sísmico en los edificios mediante el software estructural ETABS, y la aplicación de metodologías recomendadas que determinen el comportamiento que presentan las estructuras. Brindó una orientación adicional al presente trabajo para establecer un conocimiento más amplio con proceder a modelar edificios en el software ETABS, incluyendo dimensiones reales, cuantías de acero y resistencias de diseño.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Sismos.

Un Sismo o terremoto son todas esas vibraciones producidas en la corteza terrestre, cuando las rocas que se han ido tensando se rompen de forma súbita y rebotan. Las vibraciones pueden oscilar desde las que apenas son apreciables hasta las que alcanzan carácter catastrófico. En el proceso se genera seis tipos de ondas de choque. Dos se clasifican como ondas internas (viajan por el interior de la tierra), las otras cuatro son ondas superficiales. Las ondas se diferencian además por las formas de movimiento que imprimen a la roca.

Causas de un Sismo.

En la actualidad se reconocen tres clases generales de terremotos: tectónicos, volcánicos y artificiales. Los sismos de la primera de ellas son los más devastadores además de que plantean dificultades especiales a los científicos que intentan predecirlos. Los causantes mínimos de los terremotos de la tectónica de placas son las tensiones de creadas por los movimientos de alrededor de doce placas, mayores y menores, que forman la corteza terrestre.

La mayoría de los sismos técnicos se producen en las fronteras de dichas placas, en zonas donde alguna de ellas se desliza sobre otra (lo que se conoce como subducción), como ocurre en la ,falla de San Andrés en California y México. Los sismos de las zonas de subducción son casi la mitad de los sucesos sísmicos destructivos y liberan el 75% de la energía sísmica. Los sismos que están concentrados en el llamado anillo de fuego¹, tienen

puntos donde se rompe la corteza terrestre y que suelen estar a gran profundidad, hasta 645Km bajo tierra.

Los terremotos tectónicos localizados fuera del anillo de Fuego se producen en diversos medios. Las dorsales oceánicas (centros de expansión del fondo marino) son el escenario de muchos de los de intensidad moderada que tienen lugar a profundidades relativamente pequeñas. Casi nadie siente estos sismos que representan solo un 5% de la energía sísmica terrestre, pero se registran todos los días en la red mundial de estaciones sismológicas.

Otra categoría de sismos tectónicos incluye a los infrecuentes pero grandes terremotos destructivos producidos en zonas alejadas de cualquier otra forma de actividad tectónica. Los principales ejemplos de estos casos son los tres temblores masivos que sacudieron la región de Missouri, Estados Unidos, en 1811 y 1812; tuvieron potencia suficiente para ser sentidos a 1600 km de distancia y produjeron desplazamientos que desviaron el río Mississippi. De las dos clases de terremotos no tectónicos, los de origen volcánico son rara vez muy grandes o destructivos. Su interés principal radica en que suelen anunciar erupciones volcánicas. Estos sismos se originan cuando el magma asciende relleno las cámaras inferiores de un volcán. Las causas de los temblores de tierra son muy diversas. Parece ser que algunos terremotos, locales y de escasa importancia, tienen por origen el hundimiento de cavidades internas de la corteza terrestre, tales como cavernas, frecuentes y características de las zonas calizas. Otros pueden ser producidos por desplazamientos de grandes masas o comportamientos del suelo, originados por fenómenos de disolución, lo cual pueden ocurrir donde los yesos adquieren grandes extensiones o abundan la sal gema. En estos casos la importancia del fenómeno es escasa y su radio de acción es pequeño.

Durante mucho tiempo, se creyó que las acciones volcánicas eran la causa primordial de los sismos. Ya se ha indicado el gran papel que en las erupciones desempeñan las explosiones, las cuales van acompañadas por trepidaciones más o menos intensas y prolongadas al suelo; sin embargo el vulcanismo no aparece ser el principal agente de estos fenómenos. Por otra parte, gran número de sismos, a veces los más intensos y con enorme radio de acción, no han estado acompañados de manifestación eruptiva alguna. Hoy día se cree que la causa que está relacionada de modo más directo con el origen de los terremotos

sea el conjunto de los complejos movimientos tectónicos, es decir, de aquellos que originan movimientos verticales, plegamientos o roturas de la corteza terrestre. Los terremotos violentos y destructores no se presentan más que en los sitios de menor resistencia de la corteza terrestre, y con preferencia en las cercanías de los grandes desniveles y de los geosinclinales relativamente modernos. Por regla general, a todo terremoto violento siguen otros más débiles (replicas) y en cada región los terremotos procedentes del mismo foco presentan algo similar y ordinariamente, a todo sismo muy fuerte preceden otros más débiles.

La acción geológica no es la única causa de los terremotos, pero las características geológicas pueden tener un efecto muy marcado en los resultados locales del sismo. Esto se manifiesta en el hecho de que las vibraciones de los terremotos no se sienten en las minas profundas que se encuentran dentro de las zonas sísmicas; puesto que las vibraciones se propagan a velocidades diferentes en materiales distintos, es de esperarse que los efectos en la roca y en los materiales no consolidados será diferente, como ocurre en la práctica, los terremotos provocan muchos más problemas en las áreas de materiales no consolidadas que en la que tienen roca expuesta en la superficie. En el gran terremoto de San Francisco en 1989, la aceleración máxima que se registró en un terreno pantanoso fue de unos 3 m/s cada segundo; en los afloramientos correspondientes de roca se observaron 0.027 m/s cada segundo.

Tipos de sismos.

Temblores. Movimiento involuntario, repetido y continuado. Movimiento telúrico.

Los temblores terrestres se dividen en cuatro grandes géneros según los casos que les suponen:

- **Temblores de hundimiento o desmoronamiento.** Caracterizado por golpes bruscos y producidos por la erosión subterránea.
- **Temblores de fluctuación.** Son oscilatorios y consisten en resbalamiento de las masas terrestres que inducen a las aguas internas a golpear los pilares sustentadores de la corteza, adquiriendo la tierra el movimiento de un navío bajo el influjo de las

aguas marinas.

- **Temblores de ondulación.** Las tempestades del aire subterráneo elevan y hundén la superficie terrestre.
- **Temblores de expansión.** Son los más temibles, impetuosos torbellinos de viento, procedentes del exterior o nacidos en el seno de la tierra, entran en las cavidades internas invadiéndola sucesivamente las desquician, rompen los obstáculos y se escapan, abriéndose inmensos abismos.
- **Tsunami.** El término tsunami o maremoto (lo que no es muy exacto), proviene del japonés tsu: puerto o bahía y nami: ola. Son olas gigantescas provocadas por terremotos o volcanes que movilizan la tierra bajo del mar, generándose una especie de joroba, que puede no ser detectada en la superficie del agua, pero que va incrementando su fuerza y velocidad llegando a medir 30 metros al llegar a la playa y que avanza a más de 100 km/h, En los terremotos que se producen cerca de las costas, o en los que su epicentro está bajo fondo marino, se originan enorme olas , llamadas por los japoneses tsunamis, que se propagan a enormes distancias.

Terremotos. Estos figuran entre los más terribles y devastadores de todos los fenómenos naturales que afectan a la superficie de la tierra y, por ello, a la vida de mucha gente. Tienen verdadera importancia en la ingeniería a pesar de que no son frecuentes. Cuando suceden los terremotos, pueden desencadenar tanta destrucción, que sorprende encontrar que su investigación científica data, relativamente, de fecha reciente del occidente. Los perjuicios de los terremotos en las obras de ingeniería han estimulado el estudio de las fuerzas sísmicas por medio de la sismología, rama relativamente joven de la ciencia.

Los terremotos se clasifican como sigue a continuación:

- **Según la intensidad, en macrosismos y microsismos.** los primeros son sensibles para el hombre, siendo observables en una superficie más o menos extensa; los segundos, al contrario, no son perceptibles más que por aparatos especializados.
- **Según la ubicación en la placa.**
- **Sismos interplacas.** En las profundidades superficiales, donde los bordes de las dos

placas rígidas de la litosfera se están presionando una en contra de la otra, existe una actividad sísmica intensa. Muchos de los grandes sismos que ocurren en el mundo, así como los de menor intensidad, ocurren en la zona de cizalladura o de corte entre las dos placas, o sea, la oceánica de subducción y la continental o de arco de islas.

- **Sismos intraplaca dentro de la placa oceánica.** Los sismos de gran profundidad y de profundidad intermedia, ocurren generalmente en una zona que se ha denominado Zona de Benioff. Esta zona es un plano de la placa oceánica que se inclina hacia el continente.
- **Sismos intraplaca dentro de la placa continental.** En la placa continental también se encuentra zonas de debilidad denominadas fracturas o fallas geológicas, o sea zonas que han tenido desplazamiento o movimiento de una pared con respecto a la otra. La zonas de la placa continental que se encuentra más cerca de la zona se contactó con la placa oceánica están más propensas a una acumulación de esfuerzos debido a la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental. (Arteta et al, 2003).

Partes de un sismo. El origen de estos movimientos se encuentra en el interior de la corteza terrestre en profundidades variables, pues a veces puede ser solo de unos cuantos kilómetros, y en ocasiones de unos centenares de metros.

1. **Hipocentro o Foco.** Es la zona o punto donde ha tenido origen un terremoto y por lo general es reducida, también es llamada zona hipocentral. La liberación súbita de la energía elástica acumulada constituye el origen de un temblor, tierra o terremoto, evento en el cual se asignan dos conceptos para su ubicación; el foco es la región del campo de esfuerzos donde se inicia la liberación de energía. El foco hipocentro es llamado algunas veces focos o epifoco. La ubicación del focose logra a partir del análisis de los sismogramas, registros que dejan en los sismógrafos las ondas de esfuerzo al desplazarse por la tierra.
2. **Epicentro.** Punto o zona superficial donde emerge el movimiento vibratorio, y por lo tanto donde mayor intensidad adquiere el fenómeno; también es llamado zona

epicentral. El epicentro es la proyección del foco en la superficie terrestre.

- 3. Isosistas.** se llama así a las zonas concéntricas que pueden delimitarse por curvas que unen los puntos donde la intensidad de la sacudida es la misma, ya que en los alrededores de la zona epicentral la intensidad del sismo va decreciendo.
- 4. Homosistas.** Curvas que unen a los puntos donde se perciben con exactitud las primeras sacudidas. Por este medio también se puede ubicar el epicentro. Véase figura 1.

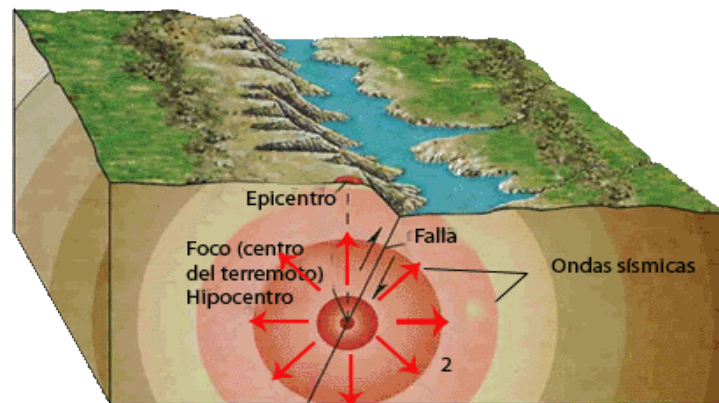


Figura 1. Ubicación del foco, del epicentro y distribución de las ondas sísmicas generadas. .durante un terremoto.

Fuente, FUNVISIS (2009).

Ondas sísmicas. Si desplazamos un diapasón de su posición de equilibrio y lo soltamos repentinamente, percibimos su sonido característico. Lo mismo sucede en la Tierra, un sismo consiste precisamente en la liberación repentina de los esfuerzos impuestos al terreno. De esta manera, la tierra es puesta en vibración. Esta vibración es debida a la propagación de ondas como en el caso del diapasón.

En un terremoto se transmiten ondas que viajan por el interior de la tierra. Siguen caminos curvos debido a la variada densidad y composición del interior de la Tierra. Este efecto es similar al de la refracción de ondas de luz. A este tipo de ondas se llaman ondas

internas, centrales o de cuerpo, transmiten los temblores preliminares de un terremoto pero poseen poco poder destructivo. Las ondas de cuerpo son divididas en dos grupos: ondas primarias (P) y secundarias (S). También se propagan ondas por la superficie. Son las que más tardan en llegar. Debido a su baja frecuencia provocan resonancia en edificios con mayor facilidad que las ondas de cuerpo causando los efectos más devastadores. Hay ondas superficiales de dos tipos: de Rayleigh y de Love.

Tipos de ondas.

- 1. Ondas Primarias (P):** Las ondas P (PRIMARIAS) son ondas longitudinales, lo cual significa que el suelo es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación. Estas ondas generalmente viajan a una velocidad 1.73 veces de las ondas S y pueden viajar a través de cualquier tipo de material. Velocidades típicas son 330m/s en el aire, 1450m/s en el agua y cerca de 5000m/s en el granito.
- 2. Ondas Secundarias (S):** Las ondas S (SECUNDARIAS) son ondas transversales o de corte, lo cual significa que el suelo es desplazado perpendicularmente a la dirección de propagación, alternadamente hacia un lado y hacia el otro. Las ondas S pueden viajar únicamente a través de sólidos debido a que los líquidos no pueden soportar esfuerzos de corte. Su velocidad es alrededor de 58% la de una onda P para cualquier material sólido. Usualmente la onda S tiene mayor amplitud que la P y se siente más fuerte que ésta.
- 3. Ondas de Rayleigh:** Cuando un sólido posee una superficie libre, como la superficie de la tierra, pueden generarse ondas que viajan a lo largo de la superficie. Estas ondas tienen su máxima amplitud en la superficie libre, la cual decrece exponencialmente con la profundidad, y son conocidas como ondas de Rayleigh en honor al científico que predijo su existencia. La trayectoria que describen las partículas del medio al propagarse la onda es elíptica retrógrada y ocurre en el plano de propagación de la onda. Una analogía de estas ondas lo constituyen las ondas que se producen en la superficie del agua.
- 4. Ondas de Love:** Otro tipo de ondas superficiales son ondas de Love llamadas así en

honor del científico que las estudió. Estas se generan sólo cuando un medio elástico se encuentra estratificado, situación que se cumple en nuestro planeta pues se encuentra formado por capas de diferentes características físicas y químicas. Las ondas de Love se propagan con un movimiento de las partículas, perpendicular a la dirección de propagación, como las ondas S, sólo que polarizadas en el plano de la superficie de la Tierra, es decir sólo poseen las componentes horizontales a superficie. Las ondas de Love pueden considerarse como ondas S "atrapadas" en la superficie. Como para las ondas de Rayleigh, la amplitud de las mismas decrece rápidamente con la profundidad. En general su existencia se puede explicar por la presencia del vacío o un medio de menor rigidez, tiende a compensar la energía generando este tipo especial de vibraciones. Véase figura 2.

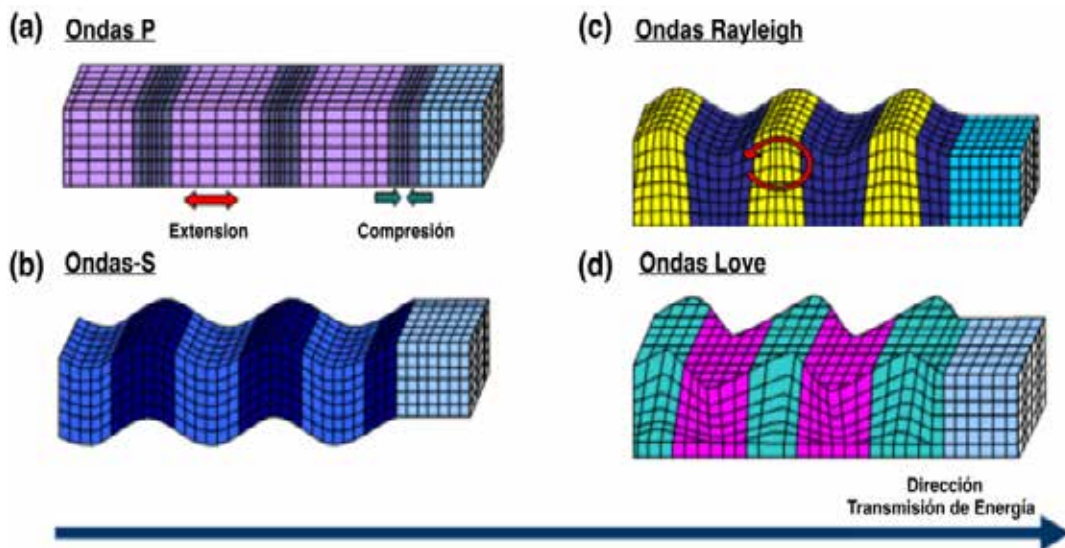


Figura 2. Deformaciones producidas por ondas corpóreas: (a) Ondas P, y (b) Ondas S.

Fuente Bolt, (1999).

Sismogramas: Un sismograma es un registro del movimiento del suelo llevado a cabo por un sismógrafo. La energía medida en un sismograma resulta de fuentes naturales como son los sismos (o terremotos), o de fuentes artificiales como son los

explosivos (sismos inducidos).

Dado que las ondas P se propagan a mayor velocidad que otros tipos de ondas, son las primeras en ser registradas en un sismograma. Después llegan las ondas S y por fin las ondas superficiales (ondas Rayleigh y ondas Love).

En el pasado, los sismogramas eran registrados en tambores de papel rotativos. Algunos usaban carretes en papel común, y otros utilizaban papel fotosensible expuesto a rayos de luz. Actualmente, prácticamente todos los sismógrafos registran la información de forma digital, de modo de hacer un análisis automático más fácilmente. Algunos sismógrafos de tambor aún son utilizados.

2.2.2 Escalas de Medición para la Intensidad de los Sismos.

La intensidad del terremoto es prácticamente el elemento fundamental a considerar, puesto que su valor habitual o medio define el peligro que representa para el hombre y el grado de atención que requiere. Así pues, han sido establecidas numerosas escalas de intensidad, empíricas o convencionales, experimentándose la necesidad del establecimiento de una media racional y universalmente aplicable, ya que las determinaciones de intensidad sísmica, dependen actualmente de circunstancias contingentes y locales y de la mayor o menor familiaridad del observador con las conmociones sísmicas.

El estudio metódico de los terremotos se viene haciendo desde 1846. Desde esta fecha, se vienen catalogando los datos de los terremotos. Al mismo tiempo, el empleo de aparatos registradores de gran exactitud ha permitido hacer el estudio comparativo de la intensidad de los sismos, la hora en que se produjeron, su duración, el número de sacudidas, así como la dirección de éstas. Lo más importante para clasificar los terremotos es la determinación de su intensidad. Como no suele haber bastantes sismógrafos instalados en el área epicentral, se recurre para realizar el trazado de isosistas, a los datos suministrados por diferentes personas, las cuales, con arreglo a escalas empíricas ya formuladas, asignan cada una un número representativo de la intensidad sísmica en el punto de observación, ya que se conoce de manera aproximada, la relación entre los grados y la aceleración.

Las escalas empíricas más empleadas son las de Omori, Sieberg, Mercalli y Richter (MENA, 2002). En el área de Ingeniería Sísmica a menudo se describen los efectos del

movimiento del terreno sobre las estructuras construidas por el hombre en términos de intensidad, es decir, de una manera subjetiva, ya que no depende de medidas instrumentales, sino de la información que un observador tenga del daño o del movimiento producido por un terremoto. Sin embargo, la naturaleza subjetiva de la intensidad sísmica crea problemas para comparar los efectos de los terremotos evaluados durante diferentes épocas de estudios o por los efectos provocados por el terremoto. Por ejemplo, valores bajos de la intensidad dependen de lo que ha sentido la gente, valores medios dependen de la respuesta de las estructuras y valores altos describen lo que ha ocurrido cuando se produce la ruptura de una falla. Una de las escalas más utilizadas para medir la intensidad sísmica es la Mercalli Modificada, a partir de la cual se han desarrollado otras en el mundo. (Mena, 2002).

2.2.3 Escalas de Mercalli y Richter.

Las escalas de Mercalli y Richter se utilizan para evaluar y comparar la intensidad de los terremotos. La escala de Richter mide la energía de un temblor en su centro, o foco, y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente; es decir que un sismo de siete grados en la escala Richter, es diez veces más intenso que uno de seis grados. La escala de Mercalli es más subjetiva, puesto que la intensidad aparente de un terremoto depende de la distancia entre el centro y el observador. Varía desde I hasta XII, y describe y evalúa los terremotos más en función de las reacciones humanas y en observaciones que la escala de Richter, basada más en las matemáticas. (Arteta et al, 2003). En la tabla 1, se muestran con detalle algunas de las Tablas de Intensidad sísmica más usadas.

Magnitud en Escala Richter		Intensidad en Escala de Mercalli	
		Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
		Grado	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los

Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado	II	objetos suspendidos pueden oscilar.
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores	Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable
		Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
		Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables . Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.
		Grado VI	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.

5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios	Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.	Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en la personas que guían vehículos Motorizados.

Tabla 1. Tablas de intensidad sísmicas.

Fuente, FUNVISIS (2009).

2.2.4 Sismicidad.

Se llama sismicidad a la actividad sísmica en un lugar determinado. Los observatorios sismológicos rutinariamente localizan el hipocentro de los sismos, determinan sus magnitudes (pueden ser varias, de distintos sismo), anotan los reportes de daños causados, todo esto en boletines y lo almacenan en bases de datos. Gracias a esta labor, en la actualidad es las principales características de la sismicidad en todo el mundo.

La figura 3 muestra la sismicidad mundial registrada durante 1961-1967; los puntos representan epicentros y su tamaño es proporcional a su magnitud (los sismos muy

pequeños no aparecen). Véase figura 3.

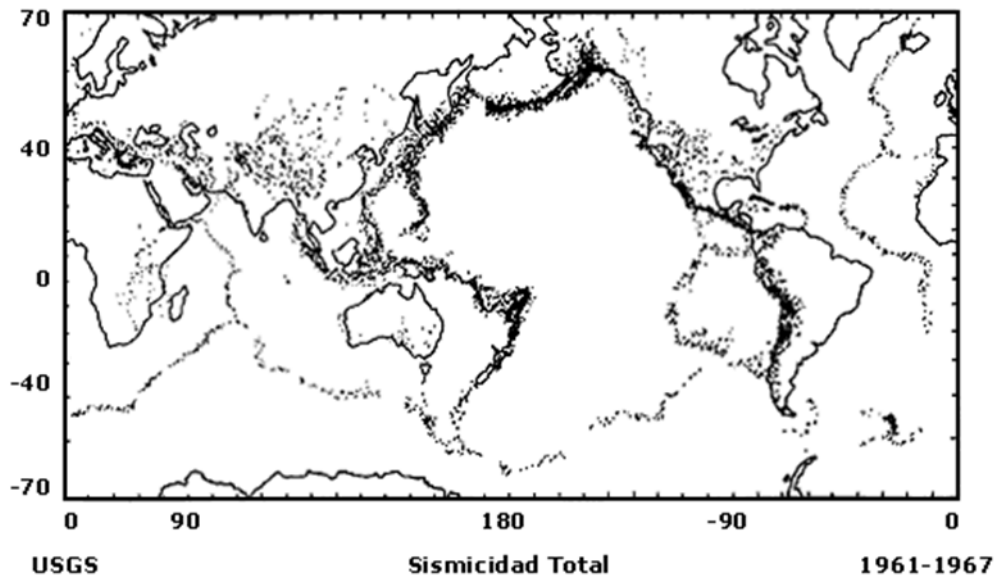


Figura 3. Sismicidad mundial registrada durante 1961-1967.

Fuente, FUNVISIS (2009)

Es de inmediato evidente que los sismos no están distribuidos en forma uniforme sobre la Tierra, sino en bandas que en su mayoría coinciden con las orillas o con las partes medias de los océanos. En algunas zonas continentales alejadas de los océanos la sismicidad coincide con regiones montañosas, como en los Alpes y el Himalaya. En las trincheras oceánicas la sismicidad es somera cerca de ellas y se hace cada vez más profunda conforme se adentra bajo el continente o arco de islas correspondiente. Estas zonas inclinadas de sismicidad son llamadas zonas de Benioff-Wadati, y es en ellas donde ocurren los sismos más profundos.

Sismicidad en Venezuela.

Los terremotos en Venezuela son producto del contacto entre las placas tectónicas Caribe y suramericana. El movimiento de la placa Caribe hacia el este con respecto a la suramericana produce una actividad sísmica significativa. La zona de contacto entre la

placa del Caribe y la placa Suramericana está conformada por tres sistemas de fallas, cuyo ancho promedio oscila alrededor de los 100 km. Estas fallas son la de Boconó (Los Andes), San Sebastián (Cordillera de la Costa) y El Pilar (Serranía del Interior), véase figura 4.

En el caso de Venezuela, casi todos los sismos destructores han sido de origen superficial, ejemplos lo constituyen el de Cariaco (09 de Julio de 1997) y el de Caracas (29 de Julio de 1967). El terremoto de Cariaco, en 1997, llevó a que FUNVISIS formalizara la creación del Programa Aula Sísmica 'Madeleilis Guzmán' con el objetivo de reforzar la acción preventiva hacia la comunidad. La historia sísmica de nuestro país revela que a lo largo del período 1530-2002 han ocurrido más de 137 eventos sísmicos. Véase figura 4.



Figura 4. Fallas Cuaternarias 2014.

Fuente, FUNVISIS (2009).

2.2.5 Riesgo sísmico.

Según varios comités y trabajos científicos como son el Instituto de Investigaciones de Ingeniería sísmica (EERI), la Asociación Europea de Ingeniería Sísmica (EAEE), la Comisión de Seguridad Sísmica de California (CSSC), el Servicio Geológico de los E.U.

(USGS), y trabajos científicos como el del Ingeniero Fabricio Yépez, definen el Riesgo Sísmico como “las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto, como resultado de la falla de estructuras cuya capacidad resistente fue excedida por el terremoto”. (Mena, 2002). Los estudios de riesgos sísmicos a partir de la observación y el análisis de los daños provocados por terremotos han aumentado considerablemente desde los años 80, en los cuales se han presentado terremotos devastadores, que han sido la causa del origen de proyectos, seminarios e investigaciones en todo el mundo, resultado de lo cual se llegó a un cierto consenso sobre las definiciones de los parámetros que intervienen en los estudios del riesgo. El riesgo sísmico, (Yépez 1 et al, 1995), se enmarca dentro los siguientes conceptos:

La peligrosidad sísmica, representa la probabilidad de ocurrencia, dentro de un periodo específico y dentro de un área, de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad determinada. La Vulnerabilidad sísmica de una estructura o grupo de estructuras, definida como el grado de daño debido a la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad determinada. El Riesgo sísmico específico, representa la probabilidad de que una estructura o grupo de estructuras en riesgo, sufra uno o varios grados de daño durante un tiempo de exposición dado.

El Riesgo Sísmico se define entonces como el grado esperado de pérdidas sufridas por una estructura o grupo de estructuras en riesgo, durante el período de exposición considerado. Se aprecia que el riesgo sísmico específico depende tanto de la vulnerabilidad de la estructura como de la peligrosidad del sitio de emplazamiento. Mientras que el Riesgo Sísmico, depende del riesgo específico y el costo o valor de la estructura o del elemento en riesgo, costo de cualquier tipo ya sea económico, financiero, indemnización, social, humano, entre otros.

2.2.6 Peligrosidad Sísmica.

Se entiende por peligrosidad Sísmica de una zona cualquier descripción de los efectos provocados por terremotos en el suelo de dicha zona. Estos efectos pueden venir representados mediante la aceleración, Velocidad, desplazamiento o por la intensidad sentida en el lugar y para evaluarlos es necesario analizar los fenómenos que ocurra desde

la emisión de ondas sísmicas en el foco hasta que dichas ondas alcanzan el lugar en cuestión.

En la Figura 5 se presenta el mecanismo de propagación de un sismo desde el epicentro hasta cualquier punto de la estructura. Puede observarse que, al ocurrir un terremoto con unas ciertas características focales (profundidad, mecanismo focal, magnitud, entre otras.), parte de la energía disipada se convierte en ondas sísmicas, las cuales se propagan por la tierra sufriendo diversos fenómenos entre los cuales se encuentran el de reflexión, refracción, atenuación y amplificación, hasta llegar al basamento rocoso debajo del lugar de emplazamiento bajo estudio, en forma de excitación, la cual está representada en la gráfica como X1. Debido a la existencia de las capas del suelo que se encuentran entre el basamento y la superficie, las ondas sufren nuevos fenómenos generalmente de amplificación, obteniéndose la señal X2, siendo A la función de transferencia de dichas capas de suelo. Debido al fenómeno de interacción suelo estructura representado por la función de transferencia I, la señal sufrirá nuevos cambios de cuyo resultado se obtendrá la nueva señal X3, convirtiéndose en una excitación a nivel de la base del edificio, la que finalmente se aplicará a la estructura provocando a través de la función de transferencia D, deformaciones y esfuerzos en todo los puntos de la misma. (YEPEZ 1 et al, 1995). Véase figura 5.

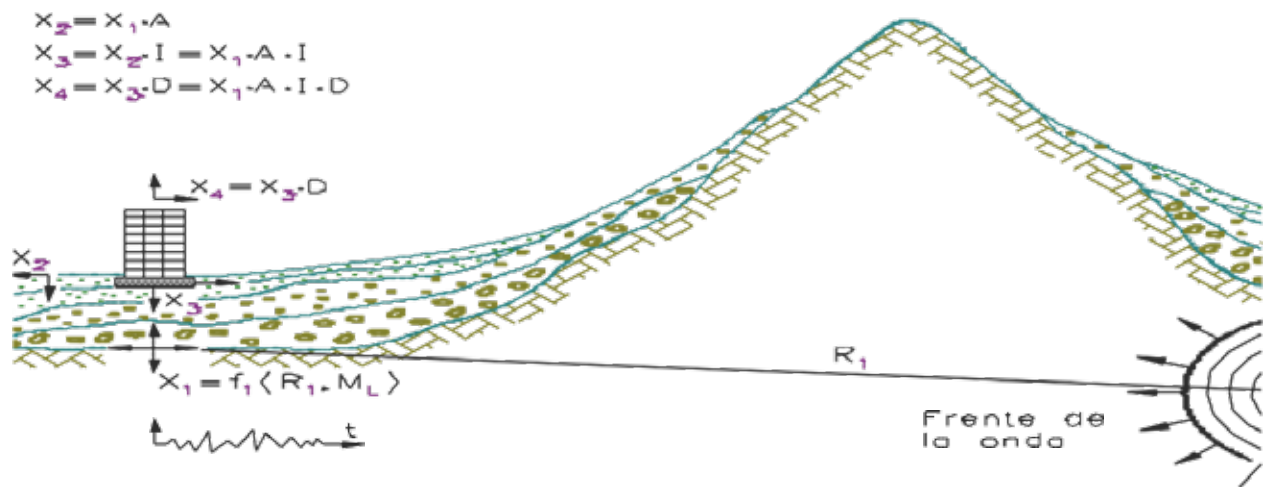


Figura 5. (Propagación de la energía Sísmica desde el epicentro hasta la estructura).

Fuente: Yépez et al 1, 1995.

Desde el punto de vista práctico, la evaluación de las funciones de transferencia I y D corresponde a la Ingeniería Estructural; sin embargo, el cálculo de la función de transferencia A y la evaluación de la Excitación X_1 son temas a solventar en los estudios de peligrosidad sísmica. En otras palabras, los estudios de peligrosidad tienen como objetivo estimar el movimiento del terreno en un lugar determinado como consecuencia de los terremotos. Si no se puede realizar una estimación del movimiento en sí, es importante una estima del tamaño del terremoto en el lugar en cuestión, (Yépez 1et al, 1995).

Los estudios de peligrosidad sísmica a nivel regional (macrozonificación), se dedican a estimar el parámetro X_1 , mientras que los estudios de peligrosidad a nivel local (microzonificación), tienen como objetivo el de evaluar la función de transferencia A y por ende la señal X_2 . Para realizar estos estudios se requiere de investigaciones muy detalladas que son parte de un amplio campo dentro de varias ciencias como La Geofísica, la Geología y la Geotécnica, (Yépez 1et al, 1995), lo cuales no son parte de esta investigación, pero sí de investigaciones futuras.

Las amenazas o peligros sísmicos pueden ser directos o indirectos:

Peligros Directos.

Temblor de tierra: es una amenaza directa para cualquier construcción ubicada

cerca del sitio en donde ocurre un terremoto. El derrumbamiento de edificaciones es la principal causa de fatalidades en áreas densamente pobladas.

Desplazamientos permanentes del suelo: ocurren como una separación del material a lo largo de la superficie de una falla geológica.

Deslizamientos, flujos de lodo y avalanchas: Pueden ocurrir inmediatamente después del sismo en áreas de topografía abrupta o de poca estabilidad.

Licuación de suelos: ocurre en materiales no consolidados saturados de agua que pierden su capacidad de soporte temporalmente mientras ocurre el sismo. La licuación es una de las amenazas geológicas más destructivas.

Asentamientos diferenciales del suelo: son hundimientos de la superficie como el resultado del asentamiento de sedimento flojo o de terraplenes no consolidados.

Tsunamis: son olas marinas o maremotos generados por la actividad sísmica del suelo oceánico. Causan inundaciones en áreas costeras y pueden afectar otras áreas ubicadas a miles de kilómetros del sitio donde ocurrió el terremoto generador.

Peligros Indirectos.

Falla de presas: Las fuerzas del sismo pueden causar la falla de presas, lo cual puede agravar los efectos del evento aguas abajo de los embalses.

Contaminación por daños en plantas industriales: Un terremoto puede desencadenar el escape de gases o sustancias peligrosas, explosiones e incendios.

Deslizamientos retardados: En ocasiones los movimientos en masa (tierra o roca) no ocurren inmediatamente después de que ocurre el sismo sino al cabo de varias horas o días.

La mayoría de los daños causados por sismos se deben a los fuertes movimientos del terreno. Eventos de grandes magnitudes han sido sentidos en áreas del orden de 5 millones de kilómetros cuadrados. Por esta razón, las decisiones de ingeniería se toman normalmente sobre la base de evaluaciones de grandes movimientos, expresados en términos de la máxima aceleración que se espera del movimiento del suelo en cada sitio.

2.2.7 Vulnerabilidad sísmica.

A partir de experiencias de terremotos pasados se ha observado que ciertas estructuras, dentro de la misma tipología estructural, experimentan un daño más severo que otras, a pesar de estar ubicadas en la misma zona. Si al grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características, se le denomina Vulnerabilidad, se puede entonces calificar los edificios en “más Vulnerables” o “menos Vulnerables” frente a un mismo evento sísmico. Dicha función es única y característica de la propia estructura. Así mismo, el ser más o menos Vulnerable ante un sismo de determinadas características es también una propiedad intrínseca de cada estructura, por tanto, independiente de la peligrosidad del sitio de emplazamiento. Esto quiere decir, que una estructura puede ser Vulnerable, pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica. (Yépez et al, 1995). La Vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define entonces, como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. (Bonett, 2003). El conocimiento del comportamiento sísmico de las estructuras, permite definir los mecanismos y acciones de refuerzo requeridos para la reducción de los efectos provocados por los movimientos del terreno. Para el caso de construcciones nuevas, pueden plantearse nuevos sistemas constructivos y/o nuevas filosofías de diseño que garanticen el buen desempeño de cada uno de los elementos expuestos. (Bonett, 2003).

En la actualidad, el análisis de la Vulnerabilidad sísmica de las diferentes estructuras existente en nuestro medio, esto es: edificios, componentes de líneas vitales, estructuras esenciales, entre otras, se encuentran en un nivel avanzado debido a la gran cantidad de estudios hechos por diferentes investigadores. De igual forma, se han desarrollado un gran número de propuestas para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica a diferentes niveles de detalle, y se han hecho numerosas aplicaciones en varias regiones del mundo, (Bonett, 2003). No obstante, en países en Vías de desarrollo y con un bajo control del diseño sismorresistente, como es el caso de Venezuela, poco se ha hecho para reducir la Vulnerabilidad sísmica de las estructuras existentes, con lo cual, ante movimiento de intensidad moderada y alta, el número de pérdidas de vidas humanas y la magnitud de los

daños físicos, sociales y económicos, han originado verdaderas catástrofes sísmicas.

Las aplicaciones de los estudios de vulnerabilidad en entornos urbanos, debe considerar tanto los aspectos estructurales como los funcionales, operativos y urbanos, para que puedan proporcionar información útil para la prevención de desastres, la planificación y la ordenación del territorio. En este sentido, constituyen un importante punto de partida para la toma de decisiones relacionadas con la rehabilitación o demolición de edificios peligrosos, la ubicación de hospitales y puestos de socorro en una determinada zona o por ejemplo, el diseño de las vías alternativas de evacuación y rápido acceso de las ayudas hacia las zonas más vulnerables. El primer paso de un estudio de vulnerabilidad consiste en definir su naturaleza y alcance, lo cual está condicionado por varios factores, tales como: el tipo de daño que se pretende evaluar, el nivel de amenaza existente en la zona, la información disponible sobre las estructuras, entre otras. (Bonett, 2003). Cuando todos estos factores se tengan, se prosigue a determinar la Vulnerabilidad de las estructuras por medio del método escogido.

Para la determinación de la Vulnerabilidad estructural, existen métodos de análisis cualitativos y cuantitativos o analíticos de distintos grados de complejidad, en concordancia con el objetivo que se persigue al determinarla. (OPS, 2004).

La vulnerabilidad sísmica se clasifica en:

Vulnerabilidad Funcional: está asociada a la capacidad de brindar servicio de forma inmediata de atención de emergencia ante un evento sísmico. Es independiente del daño físico que haya sufrido el edificio.

Vulnerabilidad no Estructural: Está asociada a la susceptibilidad de elementos no estructurales de sufrir daños debido a un sismo. Estos elementos no estructurales pueden ser elementos arquitectónicos o componentes electrodomésticos que cumplen una función importante en la edificación.

Vulnerabilidad Estructural: Es la susceptibilidad de los elementos que componen el sistema resistente a sismos en sufrir un daño por la acción del mismo.

2.2.8 Evaluación de Riesgos y Amenazas Sísmicas.

La evaluación sísmica supone un conocimiento exhaustivo de las fuentes sísmicas capaces de generar terremotos y de sus probabilidades de ocurrencia. Únicamente cuando se dispone de una cantidad significativa de registros del movimiento fuerte del terreno podrán definirse tendencias y de allí generarse pronósticos de la sismicidad. Esta información suele normalmente expresarse mediante relaciones empíricas de tipo probabilístico y mapas de zonificación sísmica regional que no necesariamente reflejan el nivel del daño potencial en el edificio.

Para evaluar el riesgo es preciso establecer la probabilidad de que una amenaza cualquiera con una magnitud determinada ocurra dentro de un período de tiempo determinado. Toma en consideración los siguientes aspectos:

La ubicación de las edificaciones de viviendas, oficinas, hospitales, industrias, escuelas, sistemas de emergencia, líneas de vida, ferrocarriles, viaductos, entre otros, del área en estudio.

Determinación del grado potencial de exposición a la amenaza o evento previstos, (inundaciones, por ejemplo).

Vulnerabilidad de las edificaciones y de la población al ser sometidos a la amenaza. En áreas propensas a la ocurrencia de terremotos, resulta posible evaluar el riesgo sísmico de edificaciones o de cualquier tipo de obra civil en función de la amenaza sísmica, de su vulnerabilidad y del costo e importancia de las mismas. (José L. Garrido, 2007).

2.2.9 Daños en las edificaciones.

Los sismos someten a las edificaciones a distintas fuerzas para las cuales pueden estar o no preparados. De esta forma pueden generar daños estructurales y daños no estructurales, que pueden ser peligrosos para los ocupantes. El primero compromete el esqueleto del inmueble puede provocar derrumbes parciales o totales, y el segundo, por caída de materiales. Generalmente después de un sismo se suceden varias réplicas. Aun siendo de menor magnitud, éstas actúan sobre estructuras o materiales que han sido deteriorados o están inestables, por lo cual es muy importante hacer una revisión de la edificación.

Cerca del punto donde se originó el sismo (epicentro) se perciben movimientos intensos tanto verticales como horizontales; mientras que en lugares alejados cientos de kilómetros, el movimiento predominante es el horizontal. Cuando se somete una construcción a movimiento horizontal del terreno, se generan fuerzas laterales (fuerzas de inercia o fuerzas sísmicas). Las fuerzas a que es sometida la estructura dependen de su masa y de su altura; mientras más peso en la parte superior, mayor es la fuerza lateral que se generará en la construcción. Estas fuerzas sísmicas se transmiten del techo (o la losa del piso superior) hacia los elementos resistentes (muros, columnas), que a su vez las transmite a los pisos inferiores y finalmente a la cimentación, que transmite dichas fuerzas al terreno de apoyo.

Para resistir estas fuerzas la estructura debe tener una cantidad y distribución adecuada de elementos resistentes como columnas o muros de carga, así como elementos horizontales (trabes y losas) que distribuyan las fuerzas sísmicas entre dichos elementos. Cuando se excede la resistencia de los elementos estructurales la edificación sufre daños como agrietamientos, aplastamientos o grandes deformaciones que pueden llegar a causar incluso el colapso (el derrumbe total del edificio). Las viviendas que se ha visto que sufren mayor daño ante la acción de un sismo son las que no cuentan con elementos estructurales adecuados para resistir las fuerzas laterales, como las que produce un sismo. Dos ejemplos de este tipo de construcciones lo conforman las viviendas de adobe y las de mampostería simple, las cuales se suelen construir sin elementos que confinen a los muros (como castillos y dadas).

Sin embargo, construcciones con mampostería confinada o reforzada también pueden ser vulnerables si no se cuenta con la cantidad necesaria de muros distribuidos uniformemente en dos direcciones perpendiculares (es decir, a lo largo y ancho de la casa). Mientras más niveles tengan la construcción más vulnerable será.

2.2.10 Mitigación de riesgo sísmico.

Las medidas para mitigar los daños materiales y humanos pueden llegar a ser muy complejas, pero en terremotos donde las construcciones resisten el colapso, las medidas de autoprotección y mitigación son sencillas, económicas y eficaces. El conocimiento sobre los terremotos es el primer paso para que los ciudadanos tomen conciencia y reconozcan las

medidas de autoprotección que se pueden aplicar en caso de ocurrir. Reconocer la peligrosidad de la zona donde se vive, saber qué es un terremoto y por qué se produce son aspectos fundamentales para entender las medidas de prevención y autoprotección que se pueden adoptar.

Se presenta el resultado de una revisión sobre la caracterización y cuantificación de la estrategia preventiva contra las amenazas sísmicas. Se comentan lecciones que han dejado terremotos destructores sucedidos a lo largo de las últimas décadas en todo el planeta, a fin de identificar aspectos a evaluar en la estrategia preventiva de grandes proyectos de infraestructura. Se realizan propuestas dirigidas a una mejor caracterización de la amenaza sísmica. Para ello se analizan aspectos como: selección de riesgos tolerables, estudios geotécnicos y clasificación de suelos, influencia local del subsuelo, espectros de diseño, entre otros.

Se revisa la caracterización de la amenaza sísmica en normas para el diseño sismorresistente vigentes en Venezuela, la norma ASCE/ASI 7:2010. Son al menos cuatro las acciones básicas que se deben tomar en cuenta y poner en práctica para reducir los riesgos de un desastre natural como un sismo. (José Sato, 2016). Conocer el riesgo al que se enfrenta: Las personas deben ser conscientes del tipo de amenaza al que están expuestas según las condiciones del entorno (geografía) y el lugar (infraestructura) en que viven. Pueden ser sismos, lluvias, inundaciones, huaycos etc. Se previene y se actúa dependiendo del tipo de amenaza y las condiciones del entorno.

Plan familiar de emergencia: Es decir cómo planifica una familia su accionar ante un desastre como un sismo. Esto incluye preacuerdos de cómo se comunicarán en caso de una emergencia, cuál será el punto de encuentro, preparación de una mochila de emergencia y un botiquín de primeros auxilios, así como asignar funciones específicas a cada miembro como atender a personas con dificultades (ancianos o niños muy pequeños).

Planes de prevención de las autoridades: Las autoridades deben trabajar con la población para reducir los riesgos ante desastres como un sismo. Además de

viveres, ropa y botiquines, cada gobierno local debería añadir a sus programas de prevención de desastres elementos que puedan ser útiles para atender mejor una emergencia como herramientas de trabajo que faciliten el rescate de sobrevivientes. Recordemos que en el terremoto de Pisco, el no tener herramientas útiles para rescatar a los sobrevivientes fue uno de los factores que más víctimas dejó.

Dejar de construir vulnerabilidad: Hay que tener en cuenta que en Venezuela hay aproximadamente 1 millón de personas viviendo en las laderas de cerros y entre el 60% y 70% de las construcciones son informales, eso hace que no se tenga la certeza de cómo se van a comportar estas edificaciones en caso de sismo. Cuando son cerros rocosos hay menos peligro. Los cerros arenosos son más riesgosos. Además hay que incidir en que no estamos construyendo bien, sin asesoría de profesionales, sin permisos. Estamos construyendo vulnerabilidades.

2.2.11 Índice de Priorización de los edificios.

Se presenta un procedimiento para la asignación de índices de vulnerabilidad, de riesgo y de priorización sísmica de un número elevado de edificaciones existentes que puedan estar localizadas en cualquier lugar de Venezuela. Los índices son calculados a partir de información básica obtenida de una visita e inspección de corta duración a la edificación. El índice de priorización se determina como el producto de los índices de amenaza, vulnerabilidad e importancia, el cual considera el uso del edificio y el número de ocupantes. El procedimiento considera las tipologías constructivas típicas del país, incluyendo viviendas populares, e incorpora las experiencias de los sismos destructores de Caracas en 1967 y Cariaco en 1997.

2.2.12 Formas espectrales.

Para la formulación de las formas espectrales tipificadas S1 a S4, incluidas en la Sección 5.1 se utilizaron además de espectros reales, otros obtenidos mediante la aplicación de modelos constitutivos y semiempíricos de respuesta dinámica de perfiles geotécnicos. En la mayoría de los casos, los estudios de respuesta dinámica se realizaron con métodos unidimensionales (Alonso, 1984, 1992 y 1987; Echezuría, 1997-a y 1997-b; Rivero, 1996;

Echezuría y otros 1991), sin embargo, también se tomaron en cuenta algunos resultados realizados con modelos bidimensionales (Papageorgiou y Kim, 1991).

Las formas espectrales tipificadas S1 a S4 también toman en cuenta, además de los parámetros característicos incluidos en la Tabla 5.1, otros tales como: la distancia epicentral, las propiedades sismoelásticas locales, el tipo de suelo, la dirección de aproximación de las ondas sísmicas, la profundidad de los depósitos y la estratigrafía. Los análisis consideraron sismos provenientes de fuentes lejanas y cercanas, tanto reales como sintéticos. La normalización se ha hecho a partir de los espectros que resultan de usar la aceleración corregida en superficie.

Especial atención se prestó a las características particulares de amplificación de valles profundos rellenos con materiales medianamente densos ubicados en zonas de alta intensidad sísmica. En éstos, la respuesta unidimensional indica amplificaciones entre 3 y 4 para las aceleraciones espectrales cuyos períodos están entre 0.4 y 2.0 segundos (Rivero, 1996). Por otra parte, los análisis bidimensionales demuestran que la superposición de las ondas de corte incidentes con las superficiales reflejadas por las paredes de los valles, también conduce a una sobreamplificación en este tipo de depósitos, tanto para las aceleraciones máximas del terreno como para las aceleraciones espectrales (Papageorgiou y Kim, 1991). Véase tabla 2.

TABLA C-5.1
CORRELACIÓN APROXIMADA ENTRE LAS VELOCIDADES DE ONDAS DE CORTE, VS, CON LA COMPACIDAD, LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL ENSAYO SPT Y LA RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO DE ARCILLAS, S_u

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	N1(60)	VELOCIDAD PROMEDIO DE ONDAS DE CORTE, V _s (m/s)	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA S _u	
			(kgf/cm ²)	(kPa)
<i>ROCA DURA</i>	---	V _s > 700	-	-
<i>ROCA BLANDA</i>	---	V _s > 400	-	-
<i>SUELOS MUY DUROS O MUY DENSOS (Rígidos)</i>	N1(60) > 50	V _s > 400	> 1.00	> 100
<i>SUELOS DUROS O DENSOS (Medianamente rígidos)</i>	20 ≤ N1(60) ≤ 50	250 < V _s ≤ 400	0.70-1.00	70-100
<i>SUELOS FIRMES O MEDIANAMENTE DENSOS (Baja rigidez)</i>	10 ≤ N1(60) ≤ 20	170 < V _s ≤ 250	0.40-0.70	40-70
<i>SUELOS BLANDOS O SUELTOS (Muy baja rigidez)</i>	N1(60) < 10	V _s < 170	< 0.40	< 40

Nota: N1 (60) es el número de golpes del ensayo SPT corregido por confinamiento y eficiencia energética del equipo. (Alviar, Pénela y Echezuria, 1986; Alviar y Pénela, 1985).

Tabla 2. Formas espectrales.

Fuente FUNVISIS (2009).

Del trabajo de Papageorgiou y Kim (1991) se concluye que el factor de amplificación para la aceleración máxima del terreno, como resultado de los análisis de respuesta bidimensional representativos del sismo de Caracas de 1967, fue igual a 1.4 (0.15 g en roca vs 0.21 g en el sedimento); mientras que para las aceleraciones espectrales ubicadas entre 0.6 s y 1.4 s, la amplificación estuvo entre 3 y 4 veces con respecto a las esperadas para la roca.

Por otra parte, existen evidencias instrumentales que confirman la sobre amplificación de la aceleración máxima del terreno para valles profundos como, por ejemplo, las correspondientes al sismo del Golfo de Pana del 20/09/68 el cual fue registrado en la zona de Los Palos Grandes y La Floresta en Caracas. De acuerdo con Espinoza y Algermissen, (1972), el mencionado sismo, de profundidad intermedia, tuvo una magnitud cercana a 6.0, mientras que el COVENIN – MINDUR 1756-2-2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES C- 23 International Seismological Center, le asigna una magnitud

$M_s = 6.8$. Dicho terremoto ocurrió a unos 450 km al este de Caracas y a unos 80 km de profundidad, sin embargo, disparó un acelerógrafo ubicado en La Floresta, mientras que otros instrumentos localizados en el Laboratorio Santa Rosa y El Observatorio Cajigal, con condiciones geotécnicas diferentes, no fueron disparados. En otra ocasión ese mismo instrumento ubicado en La Floresta también fue disparado por el sismo de El Tuy del 16/09/69 el cual tenía una magnitud M_s menor que 5.0. El epicentro de este último sismo fue ubicado alrededor de 40 km al sur de Los Palos Grandes.

Es oportuno destacar que las amplificaciones referidas en los párrafos anteriores ocurrieron para sismos cuyas aceleraciones máximas eran iguales o inferiores a 0,25 g. Eso es de esperar ya que para sismos con aceleraciones mayores que ese valor, el suelo experimentaría una degradación significativa de sus propiedades dinámicas que mantendría las amplificaciones por debajo de los rangos antes descritos. Todos estos aspectos soportan la selección de la forma S4 para los perfiles con suelos duros a densos (materiales medianamente rígidos) de gran profundidad ($H > 50$ m) en zonas de 1 a 4. Para las zonas 5 a 7 se ha tenido el cuidado de verificar que las amplificaciones producidas por los sismos lejanos en ese mismo tipo de depósitos no sobrepasa los valores de la forma espectral S3, recomendada para esas zonas. En los análisis antes indicados para la generalización de los perfiles geotécnicos y el establecimiento de las formas espectrales tipificadas, no se tomó en cuenta en forma rigurosa la influencia de la plasticidad del suelo en los parámetros que controlan la respuesta, lo cual puede ser considerado para futuras revisiones de esta Norma. (Fernández, 1984, Echezuría, 1997-b)

2.2.13 Edificación de estructura irregular.

Se considera irregular la edificación que en alguna de sus direcciones principales presente alguna de las características siguientes:

Irregularidades Verticales.

- 1. Entrepiso blando:** La rigidez lateral de algún entrepiso, es menor que 0.70 veces la del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las rigideces de los tres entrepisos superiores. En el cálculo de las rigideces se incluirá la contribución de la

tabiquería; en el caso de que su contribución sea mayor para el piso inferior que para los superiores, esta se podrá omitir.

2. **Entrepiso débil:** La resistencia lateral de algún entrepiso, es menor que 0.70 veces la correspondiente resistencia del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las resistencias de los tres entrepisos superiores. En la evaluación de la resistencia de los entrepisos se incluirá la contribución de la tabiquería; en el caso de que su contribución sea mayor para el piso inferior que para los superiores, esta se podrá omitir.
3. **Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos:** Cuando la masa de algún piso exceda 1.3 veces la masa de uno de los pisos contiguos. Se exceptúa la comparación con el último nivel de techo de la edificación. Para esta verificación la masa de los apéndices se añadirá al peso del nivel que los soporte.
4. **Aumento de las masas con la elevación:** La distribución de masas de la edificación crece sistemáticamente con la altura. Para esta verificación la masa de los apéndices se añadirá al peso del nivel que los soporte.
5. **Variaciones en la geometría del sistema estructural:** La dimensión horizontal del sistema estructural en algún piso excede 1.30 la del piso adyacente. Se excluye el caso del último nivel.
6. **Esbeltez excesiva:** El cociente entre la altura de la edificación y la menor dimensión en planta de la estructura a nivel de base exceda a 4. Igualmente cuando esta situación se presente en alguna porción significativa de la estructura.
7. **Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales:** De acuerdo con alguno de los siguientes casos:
 - Columnas o muros que no continúan al llegar a un nivel inferior distinto al nivel de base.
 - El ancho de la columna o muro en un entrepiso presenta una reducción que excede el veinte por ciento (20%) del ancho de la columna o muro en el entrepiso inmediatamente superior en la misma dirección horizontal.
 - El desalineamiento horizontal del eje de un miembro vertical, muro o columna,

entre dos pisos consecutivos, supera $1/3$ de la dimensión horizontal del miembro inferior en la dirección del desalineamiento.

- 8. Falta de conexión entre miembros verticales:** Alguno de los miembros verticales, columnas o muros, no está conectado al diafragma de algún nivel.
- 9. Efecto de columna corta:** Marcada reducción en la longitud libre de columnas, por efecto de restricciones laterales tales como paredes. En la figura 5 se esquematiza un resumen de las irregularidades verticales más comunes.

Irregularidades en Planta.

- 1. Gran excentricidad:** En algún nivel la excentricidad entre la línea de acción del cortante en alguna dirección, y el centro de rigidez supera el veinte por ciento (20%) del radio de giro inercial de la planta.
- 2. Riesgo torsional elevado:** Si en algún un piso se presenta cualquiera de las siguientes situaciones:
 - El radio de giro torsional r_t en alguna dirección es inferior al cincuenta por ciento (50%) del radio de giro inercial r .
 - La excentricidad entre la línea de acción del cortante y el centro de rigidez de la planta supera el treinta por ciento (30%) del valor del radio de giro torsional r_t en alguna dirección.
- 3. Sistema no ortogonal:** Cuando una porción importante de los planos del sistema sismorresistente no sean paralelos a los ejes principales de dicho sistema.
- 4. Diafragma flexible:**
 - Cuando la rigidez en su plano sea menor a la de una losa equivalente de concreto armado de 4 cm de espesor y la relación largo/ancho no sea mayor que 4.5.
 - Cuando un número significativo de plantas tenga entrantes cuya menor longitud exceda el cuarenta por ciento (40%) de la dimensión del menor rectángulo que inscribe a la planta, medida paralelamente a la dirección del entrante; o cuando el área de dichos entrantes supere el treinta por ciento (30%) del área del citado rectángulo circunscrito.

- Cuando las plantas presenten un área total de aberturas internas que rebasen el veinte por ciento (20%) del área bruta de las plantas.
- Cuando existan aberturas prominentes adyacentes a planos sismorresistente importantes o, en general, cuando se carezca de conexiones adecuadas con ellos.
- Cuando en alguna planta el cociente largo/ancho del menor rectángulo que inscriba a dicha planta sea mayor que 5.

2.2.14 Calificación de edificaciones según el uso y obtención del factor de importancia.

Grupo A. Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas humanas o económicas, tales como, aunque no limitadas a:

- Hospitales: Tipo IV, Tipo III y Tipo II.
- Edificios gubernamentales o municipales de importancia, monumentos y templos de valor excepcional.
- Edificios que contienen objetos de valor excepcional, como ciertos museos y bibliotecas.
- Estaciones de bomberos, de policía o cuarteles.
- Centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones. Plantas de bombeo.
- Depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivos.
- Torres de control; hangares; centros de tráfico aéreo.
- Edificaciones educacionales.
- Edificaciones que puedan poner en peligro alguno de las de este Grupo.

Grupo B1. Edificaciones de uso público o privado, densamente ocupadas, permanente o temporalmente, tales como:

- Edificios con capacidad de ocupación de más de 3 000 personas o área techada de más de 20 000 m².

- Centros de salud no incluidos en el Grupo A.
- Edificaciones clasificadas en los Grupos B2 o C que puedan poner en peligro las de este Grupo.

Grupo B2. Edificaciones de uso público o privado, de baja ocupación, que no excedan los límites indicados en el Grupo B1, tales como:

- Viviendas.
- Edificios de apartamentos, de oficinas u hoteles.
- Bancos, restaurantes, cines y teatros.
- Almacenes y depósitos.
- Toda edificación clasificada en el Grupo C, cuyo derrumbe pueda poner en peligro las de este Grupo.

Grupo C. Construcciones no clasificables en los grupos anteriores, ni destinadas a la habitación o al uso público y cuyo derrumbe no pueda causar daños a edificaciones de los tres primeros Grupos.

Factor de importancia. De acuerdo con la anterior clasificación se establece un a tabla 3. Véase tabla 3.

GRUPO	
A	1,30
B1	1,50
B2	1,00

Tabla 3. Factor de importancia.

Fuente: Norma Covenin Sismorresistente (2001).

2.2.15 Nivel de diseño.

Nivel de diseño 1: El diseño en zonas sísmicas no requiere la aplicación de requisitos adicionales a los establecidos para acciones gravitacionales.

Nivel de diseño 2: Requiere la aplicación de los requisitos adicionales para este Nivel de Diseño, establecidos en las Normas COVENIN-MINDUR.

Nivel de diseño 3: Requiere la aplicación de todos los requisitos adicionales para el diseño en zonas sísmicas establecidos en las Normas COVENIN-MINDUR.

Niveles de diseño requerido: Se usará uno de los Niveles de Diseño ND indicados en la Tabla 4. Véase tabla 4.

ZONA SISMICA.			
GRUPO	1y2	3y4	5,6y7
A;B1	ND2	ND3	ND3
	ND3		
B2	ND1	ND2	ND3
	ND2	ND3	ND2
	ND3		

Tabla 4. Nivel de diseño ND.

Fuente: Norma Covenin Sismorresistente (2001).

Espectro de diseño .Las ordenadas A_d de los espectros de diseño, quedan definidas en función de su periodo T , estas ordenadas se definen de la siguiente manera:

Ecuación 2

$$A_d = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot S_u \cdot \left(1 + \frac{T}{T_1}\right) (\beta - 1)}{1 + \left(\frac{T}{T_1}\right) (\beta - 1)},$$

Ecuación 3

$$T^+ \leq T \leq T^* \quad Ad = \frac{\alpha \varphi \beta A_0}{S}$$

Ecuación 4

$$T > T^* \quad Ad = \frac{\alpha \varphi \beta A_0}{S} + \left(\frac{T^*}{T}\right)^p$$

Dónde:

Ad = Ordenada del espectro de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de gravedad.

Ao = Coeficiente de aceleración horizontal.

= Factor de corrección del coeficiente de aceleración horizontal.

Factor de magnificación promedio (tabla 10).

To = 0.25T* Período a partir del cual los espectros normalizados tienen un valor constante (seg).

T* = Máximo período en el intervalo donde los espectros normalizados tienen un valor constante (tabla 10).

R = Factor de reducción de respuesta (tabla 11).

p = Exponente que define la rama descendente del espectro (tabla 10). Véase tabla 5 y 6.

FORMA ESPECTRA L	T* (seg)		p
S1	0,4	2,4	1,0
S2	0,7	2,6	1,0

S3	1,0	2,8	1,0
S4	1,3	3,0	0,8

Tabla 5.

Fuente: Norma Covenin Sismorresistente (2001).

CASO	T+
R < 5	0,1*(R-1)
	0,4

Tabla 6. Valores de T+

Fuente: Norma Covenin Sismorresistente (2001).

2.2.16 Clasificación según el tipo de estructura.

Según la Norma Venezolana de Edificaciones Sismorresistente 1756- 2001, se establecen los tipos de sistemas estructurales en función de los componentes del sistema resistente a sismos. Una estructura puede clasificarse en tipos diferentes, en sus dos direcciones ortogonales de análisis.

Tipo de sistemas estructurales resistentes a sismos.

- **Tipo I:** Estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante sus vigas y columnas, tales como los sistemas estructurales constituidos por pórticos. Los ejes de columnas deben mantenerse continuos hasta su fundación.
- **Tipo II:** Estructuras constituidas por combinaciones de los Tipos I y III, teniendo ambos el mismo Nivel de Diseño. Su acción conjunta debe ser capaz de resistir la totalidad de las fuerzas sísmicas. Los pórticos por sí solos deberán estar en capacidad de resistir por lo menos el veinticinco por ciento (25%) de esas fuerzas.
- **Tipo III:** Estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante pórticos diagonalizados o muros estructurales de concreto armado o de sección mixta acero-concreto, que soportan la totalidad de las cargas permanentes y variables. Los últimos son los sistemas comúnmente llamados de muros. Se considerarán igualmente dentro de este grupo las combinaciones de los Tipos I y III,

cuyos pórticos no sean capaces de resistir por sí solos por lo menos el veinticinco por ciento (25%) de las fuerzas sísmicas totales, respetando en su diseño, el Nivel de Diseño adoptado para toda la estructura. Se distinguen como tipo III a los sistemas conformados por muros de concreto armado acoplados con dinteles o vigas dúctiles, así como los pórticos de acero con diagonales excéntricas acopladas con eslabones dúctiles.

- **Tipo IV:** Estructuras que no posean diafragmas con la rigidez y resistencia necesarias para distribuir eficazmente las fuerzas sísmicas entre los diversos miembros verticales. Estructuras sustentadas por una sola columna. Edificaciones con losas sin vigas.

2.2.17 Sistemas Estructurales.

Un sistema estructural puede definirse como un sistema tridimensional interconectado por miembros estructurales planos y unidireccionales. Generalmente, pero no siempre, estos elementos planos y lineales están dispuestos en planos verticales y horizontales. Independientemente de los requerimientos arquitectónicos de funcionalidad, de estética y de servicio, el sistema como conjunto debe estar interconectado en forma tal, que sea capaz de absorber con éxito tanto las cargas impuestas como las deformaciones resultantes. Los sistemas estructurales deben estar diseñados para resistir las cargas gravitacionales y además las cargas laterales (viento, sismo o presión del terreno).

Sistemas Para Resistir Cargas Verticales.

- **Diafragmas horizontales:** En la mayoría de las edificaciones, las cargas gravitacionales son transmitidas a las columnas y a las pantallas mediante sistemas estructurales horizontales planos que forman las cubiertas de techo y de piso. Cuando estas estructuras tienen suficiente rigidez y resistencia para funcionar como un plano rígido, se las denomina diafragma horizontal.

Son de distinto tipo. Entre ellos se distinguen: las losas macizas; las losas nervadas con nervios en una o en dos direcciones, y las losas conformadas por un sistema de vigas altas y losas de cualquiera de los tipos antes mencionados. En el caso de las losas nervadas, los

espacios entre nervios se logran utilizando encofrados recuperables metálicos, de madera, de fibra de vidrio, o también utilizando bloques de arcilla, concreto aligerado y en ocasiones bloques de poliestireno expandido (anime).

Cada uno de ellos ofrece sus ventajas y desventajas, y su elección depende de factores arquitectónicos y estructurales tales como: la luz entre apoyos, la intensidad de la carga, el uso destinado a la edificación (vivienda, oficinas, hospitales, entre otros). Existe además un sistema de piso conformado por paredes de carga y losas macizas de concreto armado de relativo poco espesor, vaciadas monolíticamente. Se los conoce como sistemas tipo cajón. Las luces entre las paredes son variables y dependen en general del costo y tolerancia de los moldes metálicos utilizados como encofrado.

Sistemas de entramado vertical: Están conformados básicamente por columnas, paredes o pantallas, vigas de transferencia y soportes colgantes.

- **Columnas:** Son elementos o miembros estructurales unidireccionales de sección compacta, distribuidos según ejes verticales para soportar las cargas transmitidas por las losas hacia la fundación. El área de la sección se determina en función del espaciamiento entre columnas y del número de pisos de la edificación. Su forma es variada: cuadrada, rectangular, circular, en H, en L, trapezoidal, en cruz, entre otros. En edificios muy altos de concreto armado la sección transversal de las columnas impone serias limitaciones de espacio en los niveles inferiores, especialmente en el área destinada al estacionamiento de vehículos.
- **Paredes de Carga:** Son elementos estructurales planos, dispuestos en planos verticales que se distinguen por su gran esbeltez. Pueden poseer o no algunas aberturas. Son resistentes a la compresión y en muchas ocasiones su cuantía de acero es la mínima. Dependiendo de la magnitud de la carga vertical que soportan, a veces es preciso reforzarlas con ligaduras espaciadas verticalmente, al estilo de las columnas.
- **Vigas de Transferencia:** Es un sistema conformado por elementos horizontales de gran peralte que se encarga de transferir las cargas provenientes de las columnas de los pisos superiores a las columnas de los pisos inferiores. Véase figura 6.

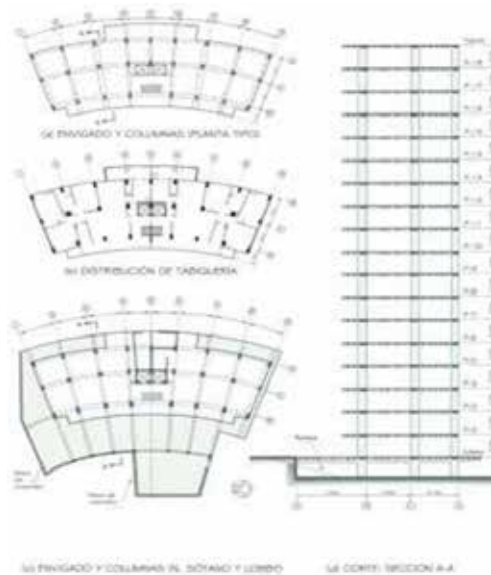


Figura 6. Ubicación de vigas, columnas y distribución de la tabiquería.

Fuente: Vulnerabilidad Sísmica, Alonso Garrido (2007).

Sistemas Para Resistir Fuerzas Laterales.

El diseño sismorresistente de edificaciones debe tomar en cuenta los siguientes principios básicos:

1) visualizar cual será la deformación real de la estructura durante un terremoto; 2) entender cómo se transmiten las fuerzas laterales desde el nivel techo hasta la fundación del edificio, y 3) garantizar la estabilidad lateral de la edificación. Resulta oportuno señalar que si bien en el diseño las fuerzas sísmicas se consideran actuando desde la parte superior de la edificación hacia abajo, en realidad las fuerzas sísmicas se transmiten desde el suelo hacia arriba. El tipo de deformación en una estructura se produce por la acción combinada de deformaciones y desplazamientos de los elementos estructurales, tanto en la dirección horizontal como en la dirección vertical.

El tipo de arriostramiento vertical de los elementos estructurales que resisten las fuerzas sísmicas depende del tipo y configuración de la estructura. Pueden ser paredes de corte, pórticos arriostrados con diagonales, pórticos resistentes a momentos o una combinación de las anteriores.

Sistema de pórticos resistentes a momento: Es un sistema espacial conformado por marcos rígidos capaces de resistir las cargas gravitacionales y los momentos a flexión causados por la acción de las cargas laterales. Un aspecto muy importante de este tipo de sistema radica en la necesidad de dotarlo con suficientes líneas de resistencia o líneas redundantes. Las estructuras con esta tipología pueden ser de concreto, acero y/o estructuras compuestas de elementos metálicos y de concreto.

Sistema de paredes portantes (Bearing wall system): En este tipo de sistemas las cargas gravitacionales y las cargas laterales son resistidas por paredes verticales que actúan como paredes de corte. Las paredes de corte pueden ser de concreto armado, de mampostería armada o estructuras metálicas constituidas por paneles verticales con diagonales. Las estructuras tipo cajón de concreto armado pertenecen a este grupo.

Sistema mixto (Building frame system): A este grupo pertenecen aquellos sistemas estructurales conformados por un sistema aporricados espacial encargado de soportar las cargas gravitacionales y por paredes de corte encargadas de absorber el 100% de las cargas laterales. Las paredes de corte pueden ser de concreto armado o estar constituidas por elementos metálicos arriostrados diagonalmente

Sistema dual: Un sistema dual es un sistema caracterizado porque reúne en un bloque espacial dos sistemas estructurales que comparten las mismas tareas: resistir conjuntamente las cargas gravitacionales y las cargas laterales. La resistencia a cargas laterales se reparte en forma tal que el 25% de las mismas debe ser resistida por los marcos o pórticos resistentes a momentos, mientras que el resto son resistidos por las paredes de corte. Los dos sistemas deben diseñarse en forma tal que el corte basal resultante sea resistido proporcionalmente a la rigidez de los sistemas.

Péndulo invertido: Son estructuras en las que una gran porción de su masa se concentra en el tope de la columna de soporte. Estos sistemas deben tratarse como sistemas generalizados de 1 grado de libertad de traslación horizontal.

Sistema estructural no definido: Son sistemas estructurales no identificados dentro del grupo de sistemas estructurales recién definidos. Véase figura 7.

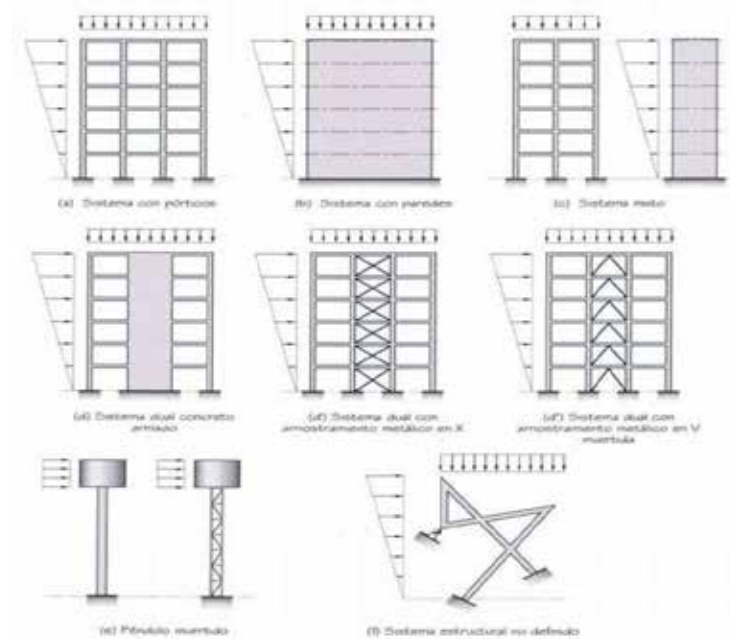


Figura 7. Sistemas estructurales para resistir fuerzas laterales.

Fuente: Vulnerabilidad Sísmica, Alonso Garrido (2007).

2.2.18 Procedimientos de inspección FUNVISIS.

FUNVISIS propone un procedimiento de inspección para asignar índices de priorización de edificaciones para la gestión del riesgo sísmico en poblaciones del país. El índice de priorización incorpora índices de amenaza, de vulnerabilidad y de importancia de la construcción. A continuación se muestra las instrucciones que se deben llevar a cabo para el llenado de la planilla de inspección de FUNVISIS:

Datos generales.

- Indicar la fecha de realización de la inspección.
- Indicar la hora de inicio de la inspección.
- Indicar la hora de culminación de la inspección. Es lo último que se debe llenar en la planilla.

- Indicar el código de la edificación el cual será suministrado por el supervisor. Se sugiere que la codificación a utilizar sea la del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el censo nacional del año 2011.

Datos de los participantes.

- Indicar el nombre, teléfono y el correo electrónico de la persona que realiza la inspección.
- Indicar el nombre, teléfono y el correo electrónico de la persona que revisa la planilla inspección.
- Indicar el nombre, teléfono y el correo electrónico de la persona que supervisa todo el proceso de inspección.

Datos del entrevistado.

- Indicar cuál es la relación que tiene el entrevistado con la edificación (dueño, empleado, vecino, alquilado, entre otras).
- Indicar el nombre y apellido del entrevistado.
- Indicar el teléfono del entrevistado.
- Indicar el correo electrónico del entrevistado.
- Identificación y ubicación de la edificación.
- Indicar el nombre o número de la edificación.
- Indicar el número de pisos de la edificación.
- Indicar el número de semi-sótanos de la edificación.
- Indicar el número de sótanos de la edificación.
- Indicar el estado o distrito donde se encuentre ubicada la edificación.
- Indicar la ciudad donde se encuentre ubicada la edificación.
- Indicar el municipio donde se encuentre ubicada la edificación.
- Indicar la parroquia donde se encuentre ubicada la edificación.
- Indicar la urbanización o barrio donde se encuentre ubicada la edificación.
- Indicar el sector donde se encuentre ubicada la edificación.
- Indicar la calle, vereda o número de escalera donde se encuentre ubicada la

edificación.

- Indicar un punto de referencia cercano a la vivienda.
- Indicar la coordenada “X” en metros bajo la proyección UTM. Utilizar el Datum REGVEN. Se requiere un GPS para rellenar este ítem.
- Indicar la coordenada “Y” en metros bajo la proyección UTM. Utilizar el Datum REGVEN. Se requiere un GPS para rellenar este ítem.
- Indicar el huso en el cual se ubica la edificación, según el sistema UTM.

Uso de la edificación.

- Indicar el uso de la estructura inspeccionada marcando con una “x” según corresponda:
 - Gubernamental.
 - Bomberos.
 - Protección Civil.
 - Policial.
 - Militar.
 - Vivienda popular.
 - Vivienda unifamiliar.
 - Vivienda multifamiliar.
 - Medico asistencial.
 - Educativo.
 - Deportivo-recreativo.
 - Cultural – Industrial.
 - Comercial.
 - Oficina.
 - Religión.
 - Otro.

Capacidad de ocupación.

Indicar el número de personas que ocupan el inmueble (se deben incluir habitantes,

visitantes, empleados, obreros, estudiantes, vigilantes, entre otros).

Marcar con una “x” si la ocupación de la edificación es durante la Mañana, Tarde o Noche.

Año de construcción.

Indicar el año de construcción en número y marcar con una “x” el rango que corresponda. En caso de no estar seguro del año de construcción de la edificación, se hará su mejor estimación del rango que corresponda y se marca con una “x”.

Condiciones del terreno.

- Indicar con una “x” si la edificación se encuentra en una planicie (pendiente del terreno menor a 20°), en una ladera, en la base o en la cima de montaña.
- Si la opción en es “Ladera” indicar con una “x” si la pendiente del terreno se encuentra entre el rango de 20° a 45° o si es mayor a 45°.
- Si la opción en es “Ladera” indicar con una “x” la opción “Si” si la edificación se ubica por encima de la mitad superior de la ladera.
- Si la opción en es “Cima o Base”, indicar con una “x” si la pendiente del talud más cercano se encuentra entre el rango de 20° a 45° o si es mayor a 45°.
- Si la opción en es “Cima o Base”, marcar con una “x” si la distancia (D) de separación al talud es menor o mayor que la altura (H) del talud.
- Indicar con una “x” la opción Si, si existe un sistema de recolección de aguas de lluvia y aguas servidas. En caso contrario indique No (descarga al terreno).

Tipo estructural.

Indicar el Tipo Estructural en 9.1 marcando con una “x” según corresponda. Se puede seleccionar más de una casilla. A continuación se ilustran diversas tipologías estructurales.

Esquema de planta.

Indicar el esquema de la planta de la estructura marcando con una “x” para las distintas formas, Según sea el caso:

- Planta en forma “H”.
- Planta en forma “T”.

- Planta en forma “U o C”.
- Planta en forma “L”.
- Planta en forma “Cajón”.
- Planta en forma "Regular".

Esbeltez horizontal:

debe determinar las longitudes laterales del edificio, donde “L” es la mayor dimensión lateral de la planta y “A” la menor. Calcular la relación L/A y compararla con el valor 5.

Marque la opción de “Ninguno” en caso de que el esquema de planta de la estructura sea irregular o no esté entre las opciones anteriores.

Nota: Es importante verificar la existencia de juntas de construcción en la estructura. Se presupone que en los esquemas de planta mostrados no hay juntas de construcción y existe continuidad entre las diferentes porciones de la edificación.

Esquema de elevación.

Indicar el esquema de elevación de la estructura marcando con una “x” para las distintas formas, según sea el caso:

- Elevación en forma de “T”.
- Elevación en forma de “Pirámide invertida”, (Aumento de la masa a medida que aumenta la altura).
- Elevación en forma “Piramidal”, (Disminución de la masa a medida que aumenta la altura).
- Elevación en forma de “U”.
- Elevación en forma de “L”.
- Elevación de forma “Rectangular”.

Esbeltez vertical:

rectangular se debe determinar la menor longitud lateral A y la altura del edificio H, calcular la relación A/H y compararla con el valor 4.

Marcar la opción de “Ninguno” en caso de que el esquema en elevación de la estructura

sea irregular y no esté entre las opciones que se muestran en la planilla.

Irregularidades.

- Indicar con una “x” si no hay vigas altas en una dirección o en dos direcciones.
- Marcar con una “x” si se comprueba la ausencia de muros en una dirección del edificio, como ocurre en algunos sistemas del tipo túnel.
- Marcar con una “x” si el edificio presenta un carácter frágil, correspondiendo a edificios sin capacidad para disipar energía, como las edificaciones de adobe o de paredes de bloques de concreto o de arcilla que no poseen refuerzo metálico interior ni elementos de confinamiento (columnas, vigas de corona).
- Indicar con una “x” si existe un entrepiso blando o débil.
- Indicar con una “x” si hay presencia de columnas cortas.
- Indicar marcando con una “x” si hay discontinuidad en el eje de las columnas o en paredes portantes o en algún elemento estructural vertical.
- Se debe determinar las longitudes laterales de la losa y las longitudes de las aberturas y calcular la mayor al 0,20 del área de la losa (A) marcar con una “x”, en caso contrario no marcar.
- Si se comprueba la existencia de masas concentradas, muros estructurales, paredes, núcleo de ascensores, núcleo de escaleras u otro, excéntricas en la estructura, que generen asimetría de masas y/o rigideces, marcar con una “x”, en caso contrario dejar la opción en blanco.
- Si existe adosamiento entre edificaciones marcar con una “x” si las losas de entrepiso se encuentran a la misma altura.
- Si existe adosamiento entre edificaciones marcar con una “x” si las losas de entrepiso se encuentran a distintas alturas.
- Si una edificación está adosada a otra adyacente, medir y anotar la separación en centímetros entre ambas. Esta situación de adosamiento entre edificaciones puede presentarse entre dos módulos de la misma edificación separados por juntas de

construcción.

Grado de deterioro.

- Estructura de concreto armado. Si se observa en los elementos estructurales, presencia de grietas al menos de 2 mm de espesor o corrosión avanzada en los aceros de refuerzos escoger la opción Severo marcando con una “x”. En caso que las grietas y la corrosión de los aceros sean menores marcar la opción Moderado, si no observa ningún daño marcar la opción Ninguno.
- Estructuras de acero. Si se observa en los elementos estructurales pandeo, fractura en las conexiones o corrosión avanzada, marcar con una “x” la opción Severo. Si se observa corrosión de menor grado en los elementos estructurales marcar la opción Moderado, si no observa ningún daño marcar Ninguno.
- Si las grietas en la tabiquería son mayores a 2 mm marcar con una “x” la opción severo, si son menores marcar la opción Moderado, si no hay grietas marcar la opción Ninguno.
- Si no hay indicios de deterioro, humedad o filtraciones, marcar la opción Bueno. Si existen numerosos indicios, marcar la opción Bajo. En situaciones intermedias marcar la opción Regular.

Observaciones.

- Indicar si la estructura ha sufrido algún tipo de modificaciones y/o ampliaciones tanto en el sentido horizontal como en el vertical.
- Indicar el número de módulos que conforman la instalación.
- Indique cualquier aspecto resaltante que considere importante.

Croquis de ubicación, fachada y planta.

Realizar los croquis de ubicación, fachada y de la planta del módulo a levantar.

Croquis de ubicación: En este croquis se debe mostrar la distribución de cada módulo de la instalación. Viene a ser una vista aérea del conjunto con respecto al terreno, se deben enumerar los módulos e indicar el norte.

Croquis de fachada: Se debe dibujar la fachada principal en el plano compuesto por los

ejes “z” y “x”, y una fachada lateral en el plano “z” y “y”. Identificar el número de cada fachada según el croquis de planta. En los croquis de fachada se deben identificar:

- El nivel del terreno con respecto a la edificación.
- Los pisos, sótanos, y semi-sótanos respecto al terreno.
- Concentración de masas en el techo (tanques).
- Croquis de planta: En este croquis se deben representar la forma de la planta, la ubicación de los elementos estructurales, núcleo de circulación vertical (módulo de escaleras o ascensores), entrada al edificio y el adosamiento con otras estructuras. Indicar el número de las fachadas: La fachada principal es la número uno (1) y las otras se enumeran en sentido anti-horario.

a) Memoria fotográfica de la edificación inspeccionada.

- La inspección debe contar con un registro fotográfico de las características básicas de la edificación. En particular las fotografías a tomar son las siguientes.
- Fachadas.
- Identificación del edificio.
- Condiciones del terreno.
- Taludes cercanos.
- Tipo Estructural.
- Elementos estructurales.
- Losas.
- Juntas.
- Nudo o conexiones.
- Irregularidades.
- Grado de deterioro

2.2.19 Índice de Vulnerabilidad y priorización.

El Índice de Priorización (IP) se calcula a partir de la ecuación 5

Ecuación 5

$$I_P = I_A * I_V * I_I$$

Dónde:

I_A : Índice de amenaza.

I_V : Índice de Vulnerabilidad.

I_I : Índice de importancia.

El índice de amenaza puede variar entre 0,05 y 1,00, el índice de vulnerabilidad entre 6,0 y 100 y el índice de importancia entre 0,80 y 1,00. El índice de priorización puede variar entre 1 y 100. El producto $I_A * I_V$ representa el Índice de Riesgo (I_R) de la edificación.

1. Índice de la amenaza (I_A).

Los valores estipulados en la Tabla 6 describen el índice de Amenaza Sísmica I_A , en cada una de las zonas establecidas en la Norma COVENIN 1756-2001 [5.3]; asignándole un valor de $I_A = 1$ a la Zona 7, la de mayor amenaza del país, los valores de I_A en las otras zonas guardan con respecto a la Zona 7 la misma proporción que tienen los valores de la aceleración del terreno en las diferentes zonas de dicha norma. Véase figura 8 y Tabla 7.

Zona	Peligro Sísmico	A_0 (Covenin, 2001)	I_A	
			Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
7	Elevado	0,40	0,90	1,00
6		0,35	0,80	0,88
5		0,30	0,68	0,75
4	Intermedio	0,25	0,56	0,63
3		0,20	0,45	0,50
2	Bajo	0,15	0,34	0,38
1		0,10	0,23	0,25
0		-	0,05	0,05

Tabla 7. Índice de amenaza según la zona sísmica.

Fuente, FUNVISIS (2009).

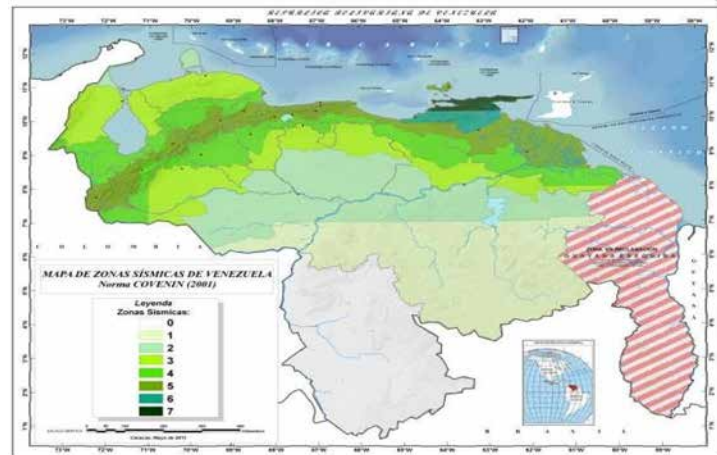


Figura 8. Mapa d zonificación sísmica.

Fuente, FUNVISIS (2009)

Se consideran efectos topográficos cuando la construcción esté localizada sobre la mitad superior ($L/2$) de una ladera con pendiente mayor a 20 grados (aproximadamente 36%), o en la zona de la cima que está a una distancia de la cresta menor a la altura (H) de la ladera. Los valores del índice de amenaza I_A sin efectos topográficos se incrementan en aproximadamente un 10% al incluir los efectos topográficos, de manera de considerar de forma aproximada las amplificaciones que pueden ocurrir en esas circunstancias.

2. Índice de Vulnerabilidad I_V

El Índice de Vulnerabilidad (I_V) está dado por la ecuación 6: Ecuación 6.

$$I_V = \sum_{i=1}^6 \alpha_i \cdot I_i$$

Dónde:

Donde I_i es el Índice de la Vulnerabilidad específica “i” y α_i es su peso relativo tal como se describe en la Tabla 7. Cada índice tiene una cota superior de 100 por lo que el Índice de Vulnerabilidad (I_V) está también acotado a 100. Véase tabla 8.

I_i	Vulnerabilidad asociada a:	α_i
I_1	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I_2	Tipo estructural	0,35
I_3	Irregularidad	0,25
I_4	Profundidad del depósito	0,07
I_5	Topografía y drenajes	0,04
I_6	Grado de deterioro	0,04

Tabla 8. Índices de Vulnerabilidad y pesos relativos (α_i)

Fuente, FUNVISIS (2009).

a) Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad I_1 .

El índice de vulnerabilidad I_1 atiende a la edad de la construcción y a la norma de diseño utilizada. En la selección de estos valores se ha tomado en cuenta la mayor vulnerabilidad de las construcciones hechas con normas antiguas las cuales poseen menor resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía que las diseñadas con las normas modernas (Hernández, 2009; Coronel y López, 2011).

El valor de I_1 de la Tabla 9 tiene un máximo de 100 para las edificaciones construidas antes de la primera norma del MOP de 1939. El valor de 90 para las construidas en el período 1955-1967 toma en cuenta que la Norma MOP 1955 introdujo requerimientos Sismorresistentes menos exigentes que las normas precedentes. El mayor valor de I_1 en las construcciones hechas con la norma 2001 en relación a las hechas con la norma de 1998 se debe a la reducción de algunos valores espectrales en la norma más reciente. Se seleccionará un único valor de I_1 para cada edificación. Si una edificación ha sido construida con diferentes normas, se seleccionará aquella que tenga el mayor índice. Véase tabla 9.

Año de Construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
I_1	100	80	80	90	60	30	10	15

Tabla 9. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I_1)

Fuente, FUNVISIS (2009)

b) Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural I_2 .

En la Tabla 10 se presentan los valores de I_2 para quince tipos estructurales de uso común en el país. Para cada edificación se seleccionará un único valor de I_2 . En caso de que una edificación posea más de un tipo estructural, se recomienda asignarle el índice del tipo predominante o en todo caso asignarle el mayor valor de I_2 . Véase tabla 10.

Identificación del Tipo estructural		Descripción	I_2
1	PCA	Pórticos de concreto armado ^(a)	25
2	PCAP	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	40
3	MCA2D	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
4	MCA1D	Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	90
5	PA	Pórticos de acero	40
6	PAPT	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
7	PAD	Pórticos de acero diagonalizados	20
8	PAC	Pórticos de acero con cerchas	40
9	PRE	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	90
10	MMC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
11	MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada ^(b)	100
12	PMBCB	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos ^(b)	90
13	PMBCA	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos ^(b)	95
14	VB	Viviendas de bahareque de un piso	90
15	VCP	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)	100

Tabla 10. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I_2)

Fuente, FUNVISIS (2009).

- En esta estructura las paredes no interfieren con el desplazamiento lateral del pórtico y tienen estabilidad propia para movimientos en su plano y fuera de su plano.
- Son aquellas construcciones típicas de los barrios de Caracas que han sido construidas sin diseño de ingeniería formal y sin seguimiento de normas técnicas.

c) Índice de vulnerabilidad asociado a la irregularidad I_3 .

Este índice tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación, aumentándola en aquellas que poseen irregularidades geométricas o deficiencias estructurales significativas que condicionan su desempeño sísmico. En la Tabla 11 se definen once (11) irregularidades que son ampliamente reconocidas a nivel internacional como potenciadoras de respuestas sísmicas desfavorables.

En el tipo estructural denominado sistema con muros de concreto armado de poco espesor dispuestos en una sola dirección (MCA1D), encontrado en algunas construcciones del tipo túnel, se le debe asignar la irregularidad definida por la ausencia de vigas altas en una o dos direcciones ($j=1$) en la Tabla 11) que caracteriza estas edificaciones.

En la irregularidad $j = 9$ se considera que una edificación está adosada a otra adyacente cuando la separación entre ellas es menor al valor S indicado en la Tabla 12. Si ese es el caso, se deberá seleccionar una de las dos situaciones posibles denominadas (a) y (b), las cuales corresponden al caso de que las losas estén a la misma altura (contacto losa-losa) o al caso de que estén a diferentes alturas (contacto losa-columna), respectivamente. En el caso de que existiese adosamiento en más de una fachada del edificio, se selecciona la más desfavorable. Véase tabla 11 y 12.

j	Descripción de la irregularidad	I_{3j}	
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	40	
2	Ausencia de muros en una dirección, como ocurre en algunos sistemas del tipo túnel.	80	
3	Edificios de carácter frágil, sin capacidad para disipar energía, como lo son las edificaciones de adobe o de paredes de bloques que no poseen refuerzo metálico interior ni elementos de confinamiento (columnas, vigas de corona)	100	
4	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	50	
5	Presencia de columnas cortas	30	
6	Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	30	
7	Aberturas significativas en losas	10	
8	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o esquemas de elevación del tipo L ⁽¹⁾	20	
9	Adosamiento a edificio adyacente:	(a) Losa contra losa	10
		(b) Losa contra columna	20
10	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas, o esbeltez excesiva horizontal	10	
11	Masas que crecen significativamente con la elevación (Tipo T o pirámide invertida) o esbeltez excesiva vertical	10	

Tabla 11. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a irregularidades (I_3)

Fuente, FUNVISIS (2009)

Número de pisos	Separación con la edificación vecina S (cm)
1-2	14
3-5	30
6-10	70
11-15	100
>15	140

Tabla 12. Separación entre edificaciones.

Fuente, FUNVISIS (2009)

d) Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito I_4 .

El índice I_4 permite tomar en cuenta el aumento en la vulnerabilidad de una edificación alta que se encuentre fundada sobre sedimentos de gran profundidad, generando respuestas sísmicas desfavorables. Tabla 13 Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I_4). Véase tabla 13.

Situaciones de aplicación	I_4
Edificios con un número de pisos mayor que 6 pisos y localizados en depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros	100
Otros casos	0

Tabla 13. Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito.

Fuente, FUNVISIS (2009).

e) Índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y drenajes I_5 .

El índice I_5 atiende a identificar situaciones de vulnerabilidad asociadas a construcciones hechas en laderas o cerca de éstas, debido a una potencial falla de estabilidad en taludes no protegidos por obras de contención. En la Tabla 14 se presentan los valores de I_5 cuya selección depende de los valores del ángulo de inclinación α de la ladera, de la altura H de la ladera y de la distancia D que se definen en la Figura 9. El máximo valor del índice I_5 es 100. Se reconoce igualmente en la Tabla 14 el aumento en la

vulnerabilidad cuando la edificación está localizada en una zona sin drenajes de aguas. Véase tabla 14 y Figura 9.

		Características	I_5
Localización de la construcción	Construcción sobre planicie		0
	Construcción sobre ladera con pendiente de ángulo θ dada por:	Entre 20° y 45°	50
		$\geq 45^\circ$	80
	Construcción sobre la cima o en la base de la ladera de pendiente $\theta \geq 20^\circ$, a una distancia D :	Menor o igual a H	80
Mayor a H		0	
Existencia de drenajes		Si	0
		No	20

Tabla 14. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y a los drenajes I_5

Fuente, FUNVISIS (2009).

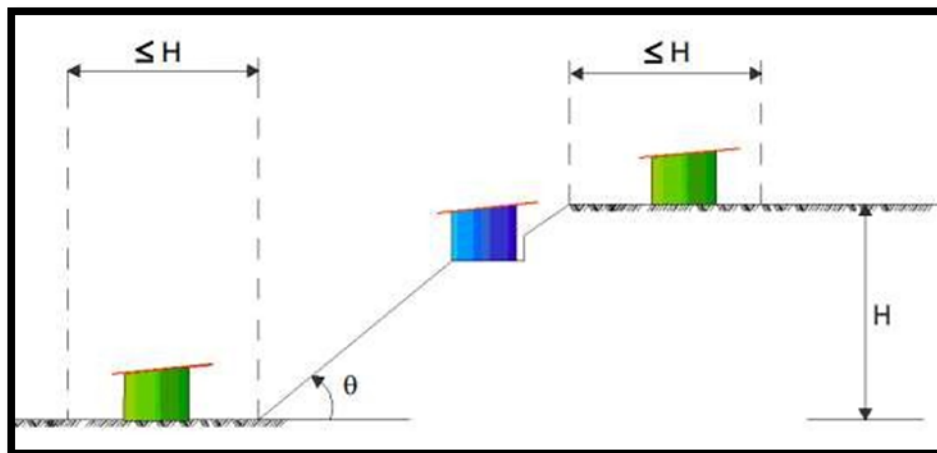


Figura 9. Construcciones considerando vulnerabilidad asociada a la topografía.

Fuente, Informe técnico FUNVISIS 2014.

4. Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro I_6 .

En la Tabla 15 se muestran los valores de I_6 asignados a diferentes grados de deterioro del edificio, penalizando con los mayores valores a la existencia de corrosión del acero y al agrietamiento estructural. A efectos de calificar el grado de deterioro de la estructura se

seleccionará un único valor entre las opciones (a) y (b). En el caso de una edificación mixta que tuviese estructuras de concreto y de acero, se seleccionará el mayor valor entre las opciones (a) y (b). El máximo valor posible para I_6 es 100. Véase tabla 15.

Componente	Grado de deterioro	I_6	
Estructura	(a) Estructura de concreto: Agrietamiento en elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) Estructura de acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo de elementos	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
Paredes	Agrietamiento en paredes de relleno	Severo	20
		Moderado	10
		Ninguno	0
Todos	Estado general de mantenimiento	Bajo	10
		Regular	5
		Bueno	0

Tabla 15. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I_6)

Fuente, FUNVISIS (2009).

3. Índice de importancia El Índice de Importancia (I_I)

Tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso de la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud, escuelas que sirven de refugio temporal y otras. Por otro lado, se diferencia también entre edificaciones que aun teniendo el mismo uso y la misma vulnerabilidad estructural, pueden dar lugar a pérdidas distintas si difieren significativamente en el número de personas que las ocupan.

Con un enfoque similar, el uso de la construcción y el número de personas expuestas es tomado en cuenta en la definición de los niveles de amenaza sísmica exigidos en el diseño de estructuras en diversas normas tales como COVENIN 1756 (COVENIN 2001) y JA-221 (PDVSA 1998). Las construcciones se clasifican según su uso en alguno de los tres grupos definidos en el cuadro 1. Los valores de índice de importancia se muestran en la Tabla 16 en función del uso del edificio y del número (N) de personas expuestas u ocupantes de la

edificación a ser evaluada. Véase tabla 16 y 17.

Componente	Grado de deterioro	I ₆	
Estructura	(a) Estructura de concreto: Agrietamiento en elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) Estructura de acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo de elementos	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
Paredes	Agrietamiento en paredes de relleno	Severo	20
		Moderado	10
		Ninguno	0
Todos	Estado general de mantenimiento	Bajo	10
		Regular	5
		Bueno	0

Tabla 16. Clasificación según el uso del edificio.

Fuente, FUNVISIS (2009).

Uso del edificio	N ≤ 10	10 < N ≤ 100	100 < N ≤ 500	500 < N ≤ 1000	N > 1000
A1	0,90	0,92	0,95	0,97	1
A2	0,85	0,87	0,90	0,93	0,95
A3	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90

Tabla 17. Valores del índice de Importancia (I_I).

Fuente, FUNVISIS (2009).

2.3 Bases Legales.

Toda persona tiene el derecho de gozar con un lugar digno y habitable, tal cual como lo establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000), que en su Capítulo V denominado “De los Derechos Sociales y de la Familia”, y específicamente el Artículo 82 establece lo siguiente: “Toda persona tiene derecho a una vivienda adecuada, segura, cómoda, higiénica, con servicios básicos esenciales que incluyan un hábitat que humanice las relaciones familiares, vecinales y comunitarias.

La satisfacción progresiva de este derecho es obligación compartida entre los ciudadanos y ciudadanas y el Estado en todos sus ámbitos...”. Al mismo tiempo, se considera a la Ley Orgánica de los Consejos Comunales (2006), que tiene por objeto regular la constitución, conformación, organización y funcionamiento de los consejos comunales, como una instancia de participación para el ejercicio directo de la soberanía popular y su relación con los órganos y entes del Poder Público para la formulación, ejecución, control y evaluación de las políticas públicas, así como los planes y proyectos vinculados al desarrollo comunitario. Por otra parte, en materia de gestión de riesgo, se considera la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio-Naturales y Tecnológicos (2009), la cual tiene por objeto conformar y regular la gestión integral de riesgos socio-naturales y tecnológicos, estableciendo los principios rectores y lineamientos que orientan la política nacional hacia la armónica ejecución de las competencias concurrentes del Poder Público Nacional, Estadal y Municipal en materia de gestión integral de riesgos socio naturales y tecnológicos.

Es importante resaltar los avances en la ingeniería estructural y sismorresistente al día de hoy, por lo que este trabajo se fundamenta, al igual que en las leyes mencionadas anteriormente, en las normas venezolanas COVENIN, entre las cuales tienen mayor relevancia las siguientes: COVENIN 1756:2001 - Edificaciones Sismorresistente: en esta norma se establece que una estructura debe cumplir con los siguientes requerimientos de un diseño sismorresistente:

1. Las estructuras no deben sufrir daños bajo la acción de sismos menores. Deben resistir sismos moderados con algunos daños, económicamente reparables en elementos no estructurales.

2. Deben resistir sismos intensos sin colapsar, aunque presenten daños estructurales importantes (COVENIN, 2001). COVENIN 3661:2001 – Gestión de Riesgos, Emergencias y Desastres: revela una lista de diferentes términos usados en la gestión de riesgos, emergencias y desastres relacionados con eventos de cualquier naturaleza (COVENIN, 2001a). COVENIN 3810:2003 – Realización de Simulacros: establece los lineamientos generales y elementos necesarios para la realización de simulacros en cualquier edificación

pública o privada, con la participación de entes nacionales, regionales y/o locales (COVENIN, 2003).

2.4 Definición de términos básicos.

Acciones permanentes. Representa las cargas gravitatorias debidas al peso de todos los componentes estructurales y no estructurales, tales como muros, pisos, techos, tabiques, equipos de servicio unidos a la estructura y cualquiera otra carga de servicio fija.

Acción sísmica. Acción accidental debida a la ocurrencia de sismos, la cual incorpora los efectos traslacionales y los rotacionales respecto al eje vertical.

Acciones variables. Carga originada por el uso y ocupación del edificio, excluidas las cargas permanentes, de viento o sismo.

Aceleración de diseño. Valor de la aceleración del terreno para el diseño sismorresistente de obras de ingeniería.

Amenaza sísmica. Véase peligro sísmico.

Cedencia. Condición del sistema resistente a sismos, caracterizada por aumentos considerables de los desplazamientos, para pequeños incrementos del cortante basal.

Centro de cortante. Punto donde actúa la fuerza cortante en un nivel, considerando que las fuerzas horizontales en cada nivel actúan en los centros de masa respectivos.

Centro de rigidez de un nivel. Punto del nivel donde al aplicar una fuerza cortante horizontal, el nivel se traslada sin rotar respecto al nivel inferior.

Coefficiente de aceleración horizontal. Cociente de la aceleración horizontal máxima entre la aceleración de la gravedad.

Coefficiente de amortiguamiento. Mide el amortiguamiento de la estructura como una fracción (generalmente expresada en porcentaje) del amortiguamiento crítico. El amortiguamiento crítico es el valor límite por encima del cual el movimiento libre de la estructura no es vibratorio.

Coefficiente sísmico. Cociente entre la fuerza cortante horizontal de diseño que actúa en el nivel de base y el peso total por encima del mismo.

Conexión. Combinación de juntas para transmitir fuerzas entre dos o más miembros.

Confiabilidad. Probabilidad de no excedencia de un determinado estado límite.

Demanda de ductilidad. Cociente entre el máximo valor del desplazamiento alcanzado por un sistema durante su respuesta sísmica y el desplazamiento cedente.

Deriva. Diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles o pisos consecutivos.

Diafragma. Parte de la estructura, generalmente horizontal, con suficiente rigidez en su plano, diseñada para transmitir las fuerzas a los elementos verticales del sistema resistente a sismos.

Ductilidad. Capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en el dominio inelástico, sin pérdida apreciable en su capacidad resistente.

Edificación. Es una estructura que posee diafragmas, que compatibilizan los desplazamientos horizontales de los miembros que llegan a ese nivel.

Efecto de columna corta. Marcada reducción de la longitud libre de columnas por efecto de restricciones laterales.

Efecto P. Efecto producido por las cargas axiales y los desplazamientos laterales sobre los momentos flectores en los miembros.

Entrepiso. Espacio entre dos pisos consecutivos.

Entrepiso blando. Configuración caracterizada por una marcada diferencia de rigideces entre niveles adyacentes.

Entrepiso débil. Configuración caracterizada por una marcada diferencia de resistencias entre niveles adyacentes.

Espectro de diseño. Espectro que incorpora el factor de reducción de respuesta correspondiente al sistema resistente a sismos adoptado.

Espectro de respuesta. Representa la respuesta máxima de osciladores de un grado de libertad y de un mismo coeficiente de amortiguamiento, sometidos a una historia de aceleraciones dada, expresada en función del período.

Estudios de sitio. Evaluación del peligro sísmico tomando en consideración las condiciones locales del sitio.

Excentricidad accidental. Valor adicional a la excentricidad estática que toma en

cuenta los efectos debidos a: irregularidades en la distribución de masas y rigideces, y a la excitación rotacional del terreno.

Excentricidad dinámica. Cociente entre el momento torsor proveniente de un análisis dinámico con tres grados de libertad por nivel, calculado respecto al centro de rigidez, y la fuerza cortante en ese nivel.

Excentricidad estática. Distancia entre la línea de acción de la fuerza cortante y el centro de rigidez.

Factor de amplificación dinámico. Cociente entre la excentricidad dinámica y la excentricidad estática.

Factor de reducción de respuesta. Factor que divide las ordenadas del espectro de respuesta elástica para obtener el espectro de diseño.

Fuerzas de diseño. Fuerzas que representan la acción sísmica sobre la edificación o sus componentes; están especificadas a nivel de cedencia.

Fuerzas sísmicas. Fuerzas externas, capaces de reproducir los valores extremos de los desplazamientos y las sollicitaciones internas causadas por la excitación sísmica actuando en el nivel de base.

Licuación. Ver suelo licuable.

Momento torsor. Suma de los pares torsores en cada nivel por encima del nivel considerado, incluido éste, más el momento torsor normal a ese nivel, producto de la fuerza cortante del nivel multiplicada por su excentricidad.

Movimientos de diseño. Movimientos del terreno seleccionados en forma tal que su probabilidad de excedencia sea suficientemente pequeña durante la vida útil de la edificación; están caracterizados por sus espectros de respuesta.

Muros estructurales. Muros especialmente diseñados para resistir combinaciones de cortes, momentos y fuerzas axiales inducidas por los movimientos sísmicos y/o las acciones gravitacionales.

Nivel de base. Nivel de la edificación donde se admite que las acciones sísmicas se transmiten a la estructura.

Nivel de diseño. Conjunto de requisitos normativas asociadas a un determinado factor

de reducción de respuesta, que se aplica en el diseño de miembros del sistema resistente a sismos, tipificados en esta Norma.

Par torsor. Vector momento normal al plano del nivel considerado y referido a su centro de rigidez.

Perfil geotécnico. Es la representación bidimensional de las condiciones geotécnicas de un lugar que incluye la estratigrafía y la geometría de los depósitos de suelos, además de los parámetros mínimos necesarios para su caracterización.

Peligro sísmico. Cuantifica la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos futuros que pueden afectar en forma adversa la integridad de edificaciones y sus ocupantes.

Piso. Cada uno de las plantas que integran la edificación.

Pórticos diagonalizados. Sistemas tipo celosía vertical o equivalentes, dispuestos para resistir las acciones sísmicas y en los cuales los miembros están sometidos principalmente a fuerzas axiales.

Radio de giro inercial. Es la raíz cuadrada del cociente entre la inercia rotacional respecto al centro de cortante y la masa, para cada planta de la edificación.

Radio de giro torsional. Es la raíz cuadrada del cociente entre la rigidez torsional respecto al centro de cortante y la rigidez lateral en la dirección considerada, para cada planta de la edificación.

Reforzamiento. Acciones constructivas para mejorar la capacidad sismorresistente de la edificación mediante la modificación de su resistencia y rigidez.

Reparación. Restitución de la capacidad sismorresistente de una edificación dañada por sismos, sin incrementar su capacidad sismorresistente más allá de su condición inicial. Este vocablo también incluye daños debidos a otras causas, tales como: deterioro, fuego, viento, etc., para restituir a la edificación su capacidad sismorresistente original.

Resistencia lateral de un entrepiso. Es la suma de las máximas fuerzas cortantes que puedan ser transmitidas por los miembros de ese entrepiso.

Rigidez lateral de un entrepiso. Resultado de dividir la fuerza cortante y la diferencia de desplazamientos laterales elásticos entre los dos pisos del entrepiso en consideración.

Sensibilidad. Cociente entre las resistencias al corte no drenadas pico y la residual.

Sistema resistente a sismos. Parte del sistema estructural que se considera suministra a la edificación la resistencia, rigidez y ductilidad necesarias para soportar las acciones sísmicas.

Sobrerresistencia. Valor real de la capacidad resistente, incluidos los elementos estructurales y no estructurales, la cual excede la resistencia nominal de cálculo.

Suelo licuable. Aquel que puede experimentar la reducción temporal de su resistencia al corte durante un sismo.

Vida útil. Tiempo o duración en la cual se supone que una edificación se va a utilizar para el propósito que fue diseñada. En esta Norma se supone una vida útil de 50 años.

Zona sísmica. Zona geográfica en la cual se admite que la máxima intensidad esperada de las acciones sísmicas, en un período de tiempo prefijado, es similar en todos sus puntos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO.

En el presente capítulo se pretende explicar detalladamente el procedimiento en el cual se obtiene, clasifica, comprende y organiza la información necesaria para llevar a cabo las soluciones factibles para el problema planteado en el caso de estudio, a fin de cumplir con los objetivos generales y específicos. De igual manera se tiene por objeto detallar las estrategias o procedimientos ejecutados para responder exitosamente al alcance de la presente investigación.

3.1 Diseño de la investigación.

Cuando se realiza un trabajo de investigación de este tipo, debe tomarse en cuenta establecer planes que puedan ayudarnos a la obtención de resultados, conociendo así los procedimientos para el mismo. La investigación de campo es aquella que se aplica extrayendo datos e informaciones directamente de la realidad a través del uso de técnicas de recolección (como entrevistas o encuestas) y de esta forma dar respuesta a alguna situación o problema planteado previamente.

Dicha explicación anterior, la evaluación de posibles niveles de vulnerabilidad sísmica en la ampliación del edificio 4, en el municipio San Diego Edo-Carabobo, corresponde a un diseño de campo, el estudio de los elementos de la superestructura que en ella existe, es el objetivo de la investigación, bajo los parámetros y consideraciones a partir de la cual se realizó, incluyendo aquellos que se encontraban normalizados para la época con normas que con el tiempo se actualizaron y ahora se comparara el edificio diseñado bajo aquellas consideraciones, con las nuevas consideraciones de normas actualizadas, de las cuales se hablara con detalle en las fases metodológicas, es decir que con este trabajo no se busca alterar las condiciones existentes.

El procedimiento de decisión pretende señalar, ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística. Por eso esta investigación se produce por la causa y efecto de las cosas. Debido a los métodos

utilizados basados en cálculos numéricos con variables pertenecientes a la edificación estudiada, el método aplicado es el cuantitativo.

3.2 Nivel de la investigación.

Basándose en la metodología investigativa que precede este trabajo de grado, se clasifica como una investigación de tipo descriptiva. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. El nivel de investigación está asociado a la profundidad del estudio que se está realizando, para poder conferir resultados con veracidad es necesario que el mismo abarque todo lo concerniente a la estructura del edificio, es decir, al análisis de todo el conjunto de los elementos que conforman la superestructura, como lo son las losas, las vigas y las columnas, y a partir del análisis comparativo del diseño real con el diseño proporcionado por el software de cálculo, poder establecer una conclusión de la vulnerabilidad estructural, recordando que esta es una variable importante del riesgo sísmico.

3.3 Población y muestra.

De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2001), la población “Es la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. En la presente investigación la población será el edificio Nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez, mientras que la muestra la constituye la ampliación de dicho edificio.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

“Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o

información” (Arias, 2006). En el proceso de desarrollo del presente trabajo, se recopiló una serie de datos, usando principalmente la técnica de observación directa, la cual se llevó a cabo aplicando, el método simplificado de FUNVISIS bajo el uso de planillas de inspección visual, en las cuales se colocó toda la información necesaria como, los datos geográficos de la edificación, datos institucionales, croquis, datos geométricos, indicadores de deterioro de la estructura, entre otra información que se consideren importante para realizar un análisis ante eventos sísmicos. Véase figura 10 y 11.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		FUNVISIS	
Versión 06/2013		PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)				G-20007752-2	
1. Datos generales							
1.1 Fecha:		1.2 Hora inicio:		1.3 Hora culminación:		1.4 Código:	
2. Datos de los participantes							
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico				
2.1 Inspector							
2.2 Revisor							
2.3 Supervisor							
3. Datos del entrevistado							
3.1 Relación con la Edif.		3.2 Nombre y apellido		3.3 Teléfono		3.4 Correo Electrónico	
4. Identificación y ubicación de la edificación							
4.1 Nombre o N°:		4.2 N° de pisos:		4.3 N° de semi-sótanos:			
4.4 N° de sótanos:		4.5 Estado:		4.6 Ciudad:			
4.7 Municipio:		4.8 Parroquia:		4.9 Urb., Barrio:			
4.10 Sector:		4.11 Calle, Vereda:		4.12 Pto. de Referencia:			
Proy. UTM(REGVEN) 4.13 Coord. X:		4.14 Coord. Y:		4.15 Huso:			
5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)							
<input type="checkbox"/> Gubernamental		<input type="checkbox"/> Militar		<input type="checkbox"/> Médico Asistencial		<input type="checkbox"/> Industrial	
<input type="checkbox"/> Bomberos		<input type="checkbox"/> Vivienda Popular		<input type="checkbox"/> Educativo		<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil		<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar		<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo		<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial		<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar		<input type="checkbox"/> Cultural		<input type="checkbox"/> Religioso	
						<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)	
6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", múltiples opciones)							
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble:				6.2 Ocupación durante: <input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche			
7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)							
Año: _____		<input type="checkbox"/> Antes de 1939		<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947		<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	
		<input type="checkbox"/> Entre 1956 y 1967		<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982		<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998	
				<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001		<input type="checkbox"/> Después de 2001	
8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)							
8.1 Edificación en:		<input type="checkbox"/> Planicie		8.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
		<input type="checkbox"/> Ladera		8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
		<input type="checkbox"/> Base		8.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
8.6 Drenajes: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Cima		8.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud		<input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud	
9. Tipo estructural							
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:				9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:			
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado		<input type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto		<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales		<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)	
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero		<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares		<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados		<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas	
<input type="checkbox"/> 9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos		<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada		<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada		<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	
<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos		<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso		<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
10. Esquema de planta (marcar con "x")				11. Esquema de elevación (marcar con "x")			
<input type="checkbox"/> "H"		<input type="checkbox"/> "L"		<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal		<input type="checkbox"/> "T"	
<input type="checkbox"/> "T"		<input type="checkbox"/> Cejón		<input type="checkbox"/> Ninguno		<input type="checkbox"/> Pirámide invertida	
<input type="checkbox"/> "U" ó "C"		<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Ninguno		<input type="checkbox"/> "L"	
						<input type="checkbox"/> Piramidal	
						<input type="checkbox"/> Rectangular	

Figura 10. Planilla de inspección visual (frente).

Fuente, Índices de priorización de edificios para la gestión del Riesgo Sísmico (3era versión), FUNVISIS (2014).



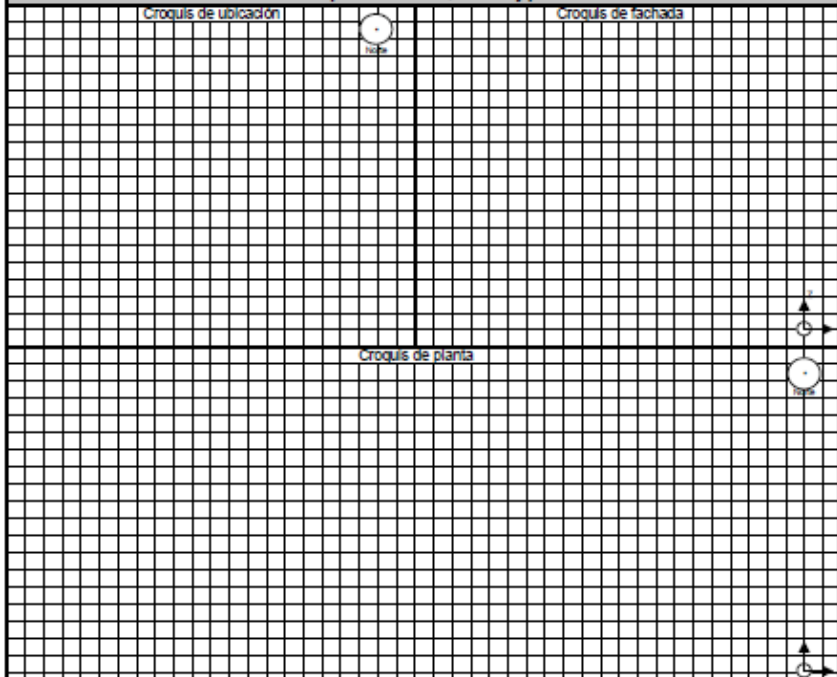
 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)					
12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)									
<input type="checkbox"/>	12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	<input type="checkbox"/>	12.7 Aberturas significativas en losas	<input type="checkbox"/>	12.8 Fuerte asimetría de masas o rígidos en planta	<input type="checkbox"/>	12.9 Adosamiento: Losa contra losa		
<input type="checkbox"/>	12.2 Ausencia de muros en una dirección	<input type="checkbox"/>	12.10 Adosamiento: Losa contra columna						
<input type="checkbox"/>	12.3 Estructura frágil								
<input type="checkbox"/>	12.4 Presencia de al menos un entrepiso débil ó blando								
<input type="checkbox"/>	12.5 Presencia de columnas cortas								
<input type="checkbox"/>	12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes								
13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)									
13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:				<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Severo
13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:				<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Severo
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:				<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Severo
13.4 Estado general de mantenimiento:				<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Baja
14. Observaciones									
15. Croquis de ubicación, fachada y planta									
Croquis de ubicación				Croquis de fachada					
									
Croquis de planta									
Fotos a tomar: - Fachadas - Identificación de la edificación - Pendiente del terreno - Talud cercano - Tipo estructural - Elementos estructurales - Losas - Juntas - Nodos o conexiones - Ausencia de vigas altas - Presencia columna corta - Discontinuidad de elementos - Aberturas excesivas en planta - Asimetría en planta - Adosamiento - Grietas en paredes - Grietas o fisuras en elementos de concreto - Corrosión o deterioro en elementos de acero - Observaciones o casos especiales									

Figura 11. Planilla de inspección visual (posterior).

Fuente, Índices de priorización de edificios para la gestión del Riesgo Sísmico (3era versión), FUNVISIS (2014).

3.5 Fases metodológicas.

El proceso investigativo se llevó a cabo siguiendo una serie de pasos, los cuales fueron establecidos, con orden lógico, según el procedimiento secuencia, esta serie de pasos están conformados por:

- **Fase I.** Analizar la geometría de la edificación. Evaluando los planos proporcionados por el departamento de planta física, se determinaran las irregularidades geométricas existentes, que pueda presentar la configuración geométrica del edificio, de igual forma se obtendrán datos de las secciones frecuentes de la edificación nro.4 de la Universidad José Antonio Páez.

- **Fase II:** Comprobar la estructura mediante el uso de un software de cálculo estructural. Una vez registradas las secciones típicas de la edificación y su geometría total, se procederá a elaborar un modelo matemático en un software de cálculo estructural con el cual se determinaran todos los parámetros necesarios para la evaluación de dicha estructura.

- **Fase III:** Examinar los resultados obtenidos del análisis dinámico de la edificación, basándose en la norma venezolana COVENIN 1756-01 (norma sismorresistente). Se determinaran las condiciones limites presentadas por la norma sismorresistente venezolana y estos resultados se analizan con los obtenidos mediante el análisis dinámico obtenido en la fase anterior.

- **Fase IV:** Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica del anexo del edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez mediante la metodología simplificada propuesta por FUNVISIS. A través de la metodología propuesta por FUNVISIS, se realizará una inspección de todos los puntos a tratar por dicha metodología y se determinara el índice de vulnerabilidad de la edificación para ser comparada con otras que posean características similares.

CAPITULO IV

PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.

4.1 Analizar la geometría de la edificación.

Para poder realizar dicho análisis, fueron proporcionados planos digitalizados de la edificación por planta física, entre los cuales los planos de niveles nos ayudan a evaluar de qué forma están distribuidos los pórticos en la misma. Una vez estudiados pudimos reconocer la forma ortogonal que tienen algunos pórticos en la edificación, de esta manera llegar a concluir que la edificación es de geometría regular. Véase figura 12.

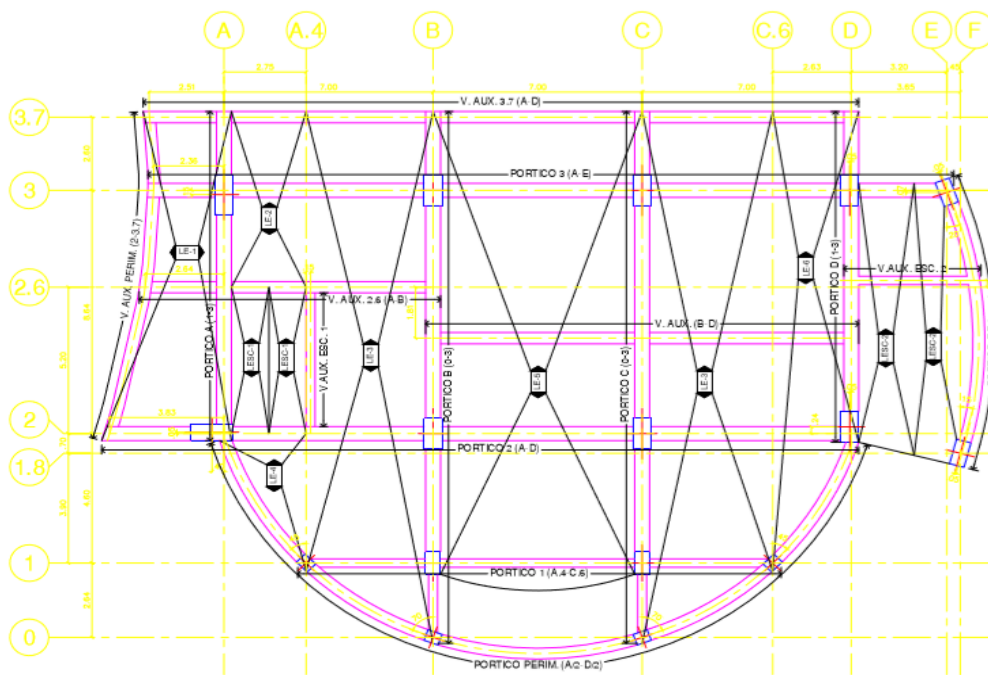


Figura 12. Vista de planta del nivel planta baja.

Fuente, Departamento de planta física.

4.1.1 Definición de propiedades mecánicas de los materiales.

Los materiales tienen diferentes propiedades mecánicas, las cuales están relacionadas con las fuerzas exteriores que se ejercen sobre ellos, siendo necesarios para la construcción de la estructura, dicho esto fueron proporcionados por el departamento de planta física de la Universidad José Antonio Páez, los planos de planta índice, donde hacen referencia las características de los mismos arrojando valores de una resistencia a compresión del concreto (f_c') de 250 kg/cm² y el esfuerzo de fluencia del acero (F_y) de 4200 kg/cm² y el módulo de elasticidad del concreto de acuerdo a lo establecido en FONDONORMA 1756-2006. Véase tabla 18.

CARACTERISTICA DE LOS MATERIALES	VALOR
CONCRETO EN INFRAESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA (f_c')	250 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO (F_y)	4200 kg/cm ²
MODULO DE ESLASTICIDAD DEL CONCRETO (E_c)	238752

Tabla 18. Propiedades Mecánicas.

Fuente, Departamento de planta física.

4.1.1.1 Configuración Geométrica.

El estudio de la geometría presente en la estructura fue realizado con los planos obtenidos, la misma fue validada en campo y revisada con detalle de manera organizada. En la tabla 19 se enumeran la cantidad de pórticos que existen en los ejes coordenados “X” y “Y” respectivamente y en la tabla 20 la longitud de los mismos. Véase tabla 19.

Nro	Descripcion	Magnitud
1	Nro de porticos en "x"	4
2	Nro de porticos en "y"	6
3	Nro de porticos en perimetro	1
4	Nro de Niveles	8
5	Altura de entepiso	3,84
6	Altura total de la edificacion	30,72

Tabla 19. Descripción geométrica.

Fuente, Departamento de planta física.

Nro	Pórtico (Descripción)	Longitud	Eje	Unidad
1	PORTICO 3(A-E)	26,9821	X	m
2	PORTICO 2 (A-D)	25,3463	X	m
3	PORTICO 1(A.4-C.6)	16,1857	X	m
4	PORTICO 2 (A-F)	28,9092	X	m
5	PORTICO A(1-3)	11,69	Y	m
6	PORTICO D(1-3)	11,75	Y	m
7	PORTICO E/F (1.8-3)	10,6986	ARCO	m
8	PORTICO E/F (1.8-3.7)	10,6986	ARCO	m
9	PORTICO B(0-3)	18,89	Y	m
10	PORTICO C(0-3)	18,89	Y	m

Tabla 20. Configuración de pórticos de ejes principales.

Fuente, Departamento de planta física.

4.1.1.2 Dimensiones de las secciones tipo y tabiquería.

Se hizo un registro de todas las dimensiones de losas, vigas y columnas de la edificación a través de los planos detalle que fueron proporcionados. En el caso de la tabiquería, se hizo una observación según los planos arquitectónicos proporcionados por la dirección de planta física obteniendo que las mismas son bloques de arcilla de e=15cm revestidos a ambas caras. Véase tabla 21.

TIPO DE LOSA	UBICACIÓN	ESPESOR(cm)
NERVADA	LOSA DE ENTREPISO	25
NERVADA	LOSA DE TECHO	25

Tabla 21. Dimensiones de secciones tipo.

Fuente. Departamento de planta física.

4.1.2 Inspección en sitio de la estructura.

Con la finalidad de corroborar si la edificación posee las consideraciones mínimas y necesarias para edificaciones en zonas sísmicas y clasificarla de acuerdo a las posibles irregularidades existentes, según lo establecido en la norma COVENIN 1756-2001, se realizó una inspección visual en sitio. El anexo en estudio presenta las características descritas a continuación:

1. Toda la parte exterior de la Universidad posee un revestimiento en tablilla, al cual por consideraciones sísmicas se le debe colocar un anclaje mecánico, para prevenir desprendimientos a la hora del sismo.
2. Las zonas de escape externas no cuentan con una separación mínima con respecto a la edificación, y al momento del sismo es posible que por la cercanía con la zona de escape se origine un desprendimiento de escombros hacia las vías de escape.
3. No posee escaleras, como vías de escape al momento de un evento sísmico.
4. Los salones, en su mayoría, presentan techo de cielo raso, lo que al momento de un sismo puede ocasionar accidentes y poner en riesgo la seguridad de los ocupantes.
5. En el segundo nivel del módulo en estudio se encuentran las unidades odontológicas, cuyas tuberías de agua y aire, son propensas a sufrir fugas a causas de roturas ante un evento sísmico, considerando además la cercanía de estas con las instalaciones eléctricas, lo que incrementa el riesgo.

4.1.3 Edificación de estructura irregular COVENIN 1756: 2001.

4.1.3.1 Irregularidades verticales.

4.1.3.1.1 Aumento significativo de las dimensiones de las plantas con la altura.

Una situación de irregularidad vertical prevista en la Norma es la del aumento sistemático de masas (y normalmente dimensiones) con la elevación. Debido a los efectos dinámicos y accidentales de la mayor inercia rotacional de los pisos superiores se exige un análisis espacial de la estructura. Analizando la edificación, no ocurre ninguna variación significativa, no presenta este tipo de irregularidad.

4.1.3.1.2 Discontinuidad en el plano resistente a cargas laterales.

a) Esbeltez excesiva.

Si un edificio tiene una esbeltez global, altura/ancho de la base, mayor de 4 los resultados de la aplicación del Método Estático Equivalente (Art. 9.3) pierden precisión. Por tanto, en este caso la estructura se clasifica como irregular con el objeto de exigir que se realice un análisis dinámico, plano o espacial.

Al evaluar la expresión de esbeltez, arroja una relación de 1.967, que es menor que cuatro; verificando entonces que no existe irregularidad en la estructura asociada a la esbeltez excesiva. Véase tabla 22.

DISTAMIN	15,62
ALTURA TOTAL EDIF	30,72
ESBELTEZ	1,967

Tabla 22. Expresión de esbeltez en la edificación.

Fuente. Departamento de planta física.

b) Discontinuidad en Columna.

De acuerdo a los planos de columna y envigado y la verificación en campo la estructura no presenta cambios bruscos en la sección de las columnas de niveles continuos, por lo que es regular con respecto a la discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales.

4.1.3.1.3 Regularidades según la distribución de masa.

Un edificio será clasificado como irregular cuando las masas o las rigideces en niveles adyacentes difieran de un modo significativo. Esto puede ocurrir cuando hay una masa importante, por ejemplo, cuando una piscina es excepcionalmente colocada en un cierto

nivel. Los sistemas estructurales donde un piso es mucho más alto que los adyacentes y la consiguiente reducción en rigidez no se pueda compensar, deben clasificarse como irregulares.

En la tabla se presenta la distribución de masa en niveles continuos y si presenta algún tipo de irregularidad. Véase tabla 23.

NIVELES	PESO(Kg)	IRREGULARIDAD EN MASA
SS	983815,6094	NO
PB	596836,167	NO
1	666912,4542	NO
2	575086,2354	NO
3	575086,2354	NO
4	575086,2354	NO
5	575086,2354	NO
TECHO	368831,6784	NO

Tabla 23. Distribución de masa en niveles continuos.

Fuente. Departamento de planta física.

En ningún nivel continuo la estructura supera el 30% del valor de su peso, por lo cual es regular.

4.1.3.1.4 Regularidades según la distribución de rigideces y resistencias a cargas laterales.

a) Entrepiso blando y débil.

Debe calificarse una estructura como irregular, cuando la resistencia y la rigidez de un determinado nivel es substancialmente inferior a los inmediatamente superiores, siendo la demanda de ductilidad excesiva en ese nivel y, amenazándose en consecuencia, la

estabilidad de la estructura.

La estructura cumple con los valores mínimos establecidos para las propiedades de los materiales entre los niveles consecutivos y no presenta variaciones en planta, es decir, la estructura no presenta irregularidad de entre piso blando y débil. Véase tabla 24.

FACTOR DE RIGIDEZ.						
Story	Elevation cm	Location	X-Dir kgf/cm	Y-Dir kgf/cm	X VERIFICACION < 0,70	Y VERIFICACION < 0,70
TECHO	3072	Top	212196,08	140526,01	REGULAR	REGULAR
NIVEL5	2688	Top	267813,63	158343,15	REGULAR	REGULAR
NIVEL4	2304	Top	290757,23	157359,29	REGULAR	REGULAR
NIVEL3	1920	Top	293234,01	163730,09	REGULAR	REGULAR
NIVEL2	1536	Top	386245,47	218014,56	REGULAR	REGULAR
NIVEL1	1152	Top	462356,23	268865,61	REGULAR	REGULAR
PB	768	Top	573222,48	299456,22	REGULAR	REGULAR
SEMISOTANO	384	Top	1079821,98	506173,57	REGULAR	REGULAR

Tabla 24. Verificación de rigidez dirección X y Y.

Fuente, Adrián 2019.

4.1.3.2 Irregularidades en planta.

a) La excentricidad entre el centro de aplicación de la fuerza cortante y el centro de rigidez de la planta, para una determinada dirección.

b) El radio de giro inercial de la planta, función con la distribución de la masa en la planta y la relación de aspecto ancho/largo.

c) El radio de giro torsional de la planta en una determinada dirección, obtenido a partir de la rigidez torsional de la planta y la rigidez lateral en esa dirección.

La edificación no presenta ningún tipo de irregularidad en planta de este tipo. Véase tabla 25.

CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ												
Story	Diaphragm	Mass X kgf-s ² /m	Mass Y kgf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cumulative X kgf-s ² /m	Cumulative Y kgf-s ² /m	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m	CONDICION
TECHO	D1	24488,46	24488,46	11,0283	11,8801	24488,46	24488,46	11,0283	11,8801	12,4012	11,242	REGULAR
NIVEL5	D1	28149,57	28149,57	11,1438	11,7424	52638,03	52638,03	11,0901	11,8065	12,328	11,249	REGULAR
NIVEL4	D1	27864,45	27864,45	11,3187	11,6981	80502,48	80502,48	11,1692	11,769	12,134	11,256	REGULAR
NIVEL3	D1	20728,09	20728,09	11,1705	11,6663	101230,57	101230,57	11,1695	11,748	11,8113	11,22	REGULAR
NIVEL2	D1	27823,97	27823,97	11,3062	11,7204	129054,53	129054,53	11,1989	11,742	11,5161	11,038	REGULAR
NIVEL1	D1	31134,49	31134,49	11,4621	10,2618	160189,02	160189,02	11,2501	11,4543	11,2093	10,756	REGULAR
PB	D1	30882,98	30882,98	11,3353	9,6476	191072	191072	11,2639	11,1623	11,1647	10,179	REGULAR
SEMISOTANO	D1	26257,77	26257,77	11,2909	9,1503	217329,77	217329,77	11,2671	10,9192	10,4769	9,3384	REGULAR

Tabla 25. Centro de Masa y de Rigidez.

Fuente, Adrián 2019.

4.1.3.2.1 Sistema no ortogonal.

Cuando existan planos verticales resistentes importantes en direcciones no ortogonales, el análisis dinámico plano puede omitir interacciones importantes. Por este motivo, en ese caso las estructuras se clasifican como irregulares.

Mediante el uso de los planos, se pudo determinar que la estructural es ortogonal y a su vez los pórticos que forman el sistema en la estructura, son ortogonales entre sí es decir, no presenta irregularidad a causa de sistema no ortogonal.

4.1.3.2.2 Regularidad en planta según flexibilidad del diagrama.

En él se requiere la evaluación las plantas con entrantes o salientes como las comúnmente llamadas plantas en L o en H.

El módulo no presenta ningún tipo abertura, por lo tanto, la estructura no se considera con diafragma flexible.

En esta norma se establece el valor de 5 como limitante a la relación largo/ancho de la planta. La estructura no posee este tipo de irregularidad. Véase tabla 26.

Largo	24,16
Ancho	18,48
L/A	1,307

Tabla 26. Relación largo/ancho.

Fuente, Adrián 2019.

4.1.3.2.3 Formación interacción con la mampostería de columnas cortas.

Cuando la presencia de tabiques imponga cambios en la luz libre de las columnas y no sea posible separar los tabiques, se recomienda verificar que la columna en toda su extensión esté en capacidad de resistir las fuerzas cortantes que puedan incidir en la misma y que disponga del confinamiento (según el Nivel de Diseño ND3) en la zona luz libre, pero preferiblemente en toda su altura.

Analizando todas las columnas del módulo en estudio y normativamente ninguna

columna posee irregularidad de columna corta, no se encontró que la luz libre en la misma, sea más de tres veces menor que la otra.

4.1.4 Requisitos para elementos Estructuras ACI- 318-14.

4.1.4.1 Detallado de Vigas.

a) **Gancho estándar:** De acuerdo a la norma el término gancho se estándar se emplea para designar lo siguiente:

Acero de refuerzo longitudinal: Analizando nuestra estructura: Una vuelta de 90° más una extensión de 12db en el extremo libre.

Acero de refuerzo transversal: Analizando nuestra estructura: En barras N°5 (16M) o menores, una vuelta de 90° más una extensión igual a 6db en el extremo libre de la barra.

La totalidad de las vigas que conforman el anexo cumplen con estos requisitos mínimos.

4.1.4.2 Detallado de Columnas.

1) **Límites dimensionales:** Las columnas deben cumplir con:

La menor dimensión de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide, debe ser al menos 300 mm. La menor dimensión de la columna es de 500 mm, es decir, que todas las columnas cumplen con esta condición.

La relación entre la menor dimensión de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0.4. Verificando la sección más crítica, la columna de 60x140 cm y evaluando, $60/140 = 0,428$.

2) **Acero de refuerzo longitudinal:**

El Área de refuerzo longitudinal A_{st} , debe ser al menos 0.01 A_g y no debe exceder 0.06 A_g . Todas las columnas del módulo cuentan con un área de acero colocada dentro de los rangos normativos, cumpliendo con este requerimiento del Criterio de columnas.

4.2 Verificación de la estructura mediante el software de cálculo estructural.

4.2.1 Modelado de la edificación.

Al obtener los datos necesarios para el modelado y tipificación en nivel sísmico, se

realizó el modelo matemático en el software de cálculo estructural, suministrándole al programa todos los datos e información de forma ordenada.

4.2.1.1 Inicio de un nuevo modelo.

Al comienzo del modelado, en el menú principal se escogió la opción para iniciar un nuevo modelo, estableciendo los códigos de diseños, la norma empleada para el diseño en concreto armado fue ACI 318-14, empleando el sistema de unidades Técnico MKS. Véase figura 13.

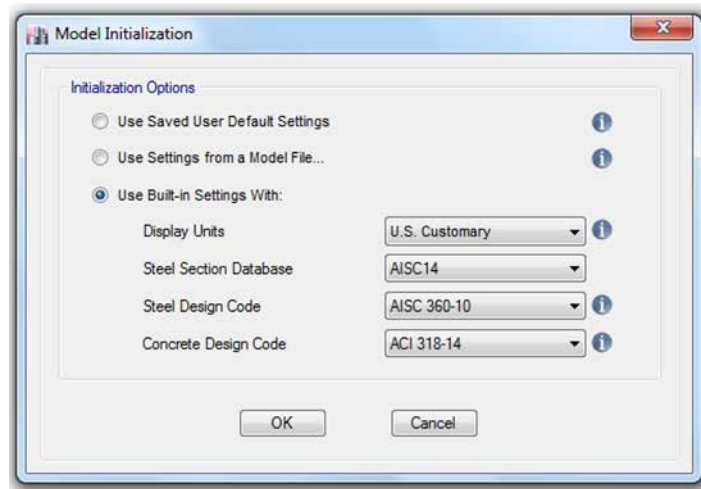


Figura 13. Inicio de nuevo modelo.

Fuente Adrián 2019.

4.2.1.2 Establecimiento de ejes.

En la siguiente etapa se procedió a establecer todos los ejes de referencia tanto verticales, que vienen representados por la altura de cada entrepiso, como horizontales, en los cuales se hizo una cuadrícula tomando en consideración todos los ejes necesarios en los sentidos “X” y “Y” para poder dibujar todos los elementos de la edificación.

4.2.1.3 Propiedades de materiales.

Se establecieron todas las propiedades mecánicas de los materiales a utilizar en el diseño de la edificación, en el caso particular de la estructura evaluada, estos datos fueron suministrados por los planos y memorias descriptivas, indicando que el concreto tiene una resistencia a la compresión cilíndrica y el acero de refuerzo tiene una fuerza de fluencia

Fy. Véase figura 14.

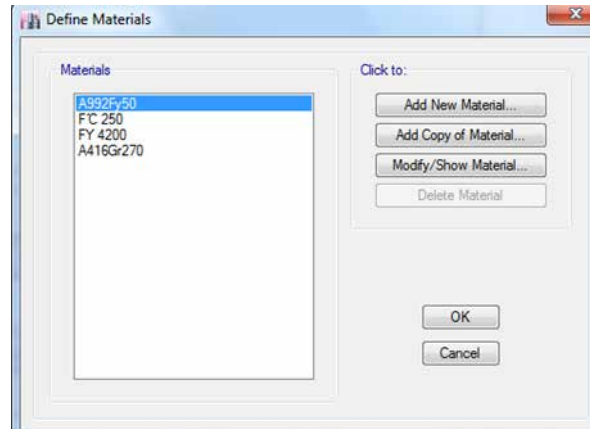


Figura 14. Propiedades de materiales.

Fuente. Adrián 2019.

4.2.1.4 Elementos o secciones.

Se establecieron todas las secciones que forman parte del sistema estructural de la edificación como lo son las losas, vigas y columnas, para esto, igualmente fueron empleados los planos de detalles proporcionados por la dirección de planta física, en estos se muestran todas las secciones de columnas y vigas con su respectivo acero de refuerzo. Véase figura 15.

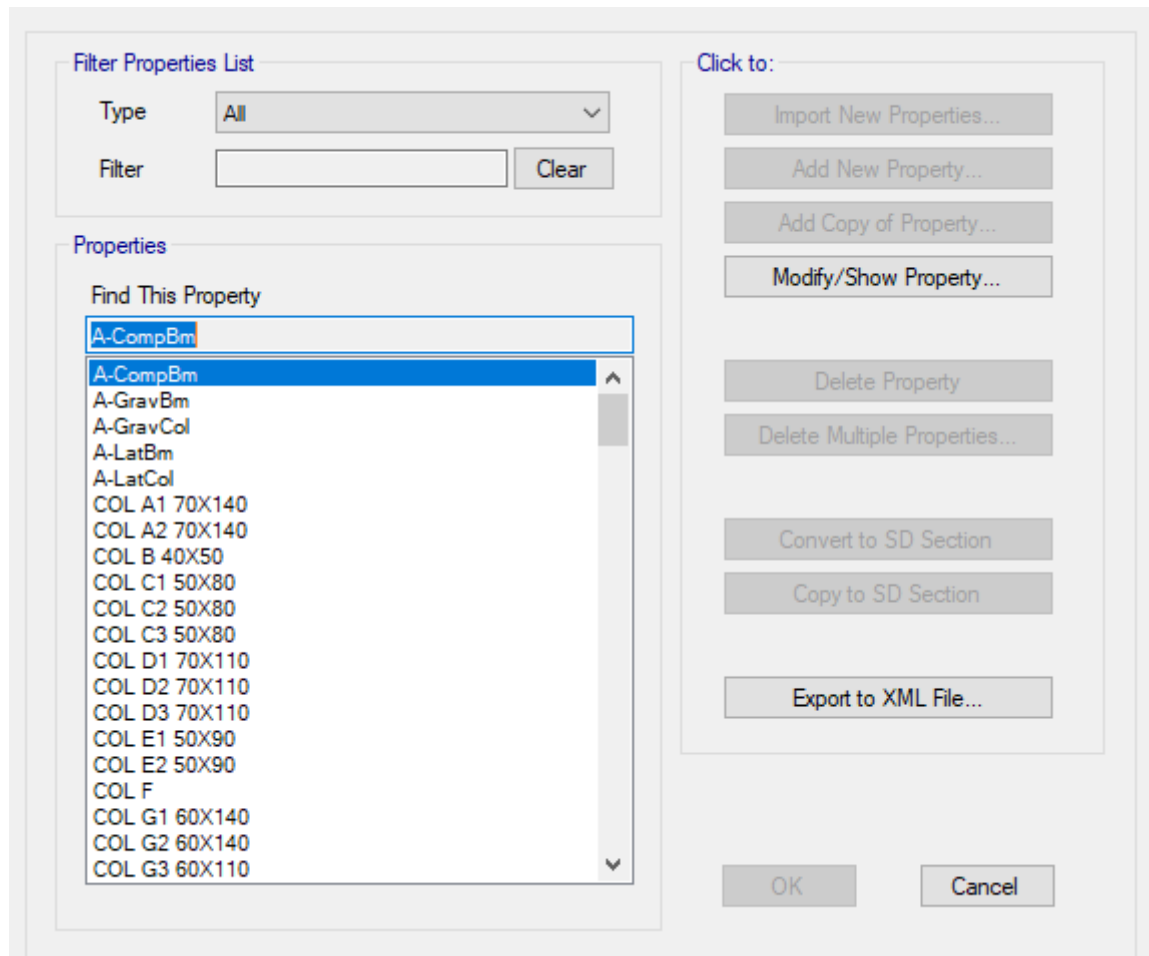


Figura 15. Elementos o Secciones.

Fuente. Adrián 2019.

4.2.1.5 Diafragma.

Se procedió a establecer las propiedades que presentan los entrepisos o diafragma, en el caso particular, se definió un diafragma rígido ya que en ningún entrepiso se presenta ninguna característica el cual genere algún elemento que sea flexible. Véase figura 16.

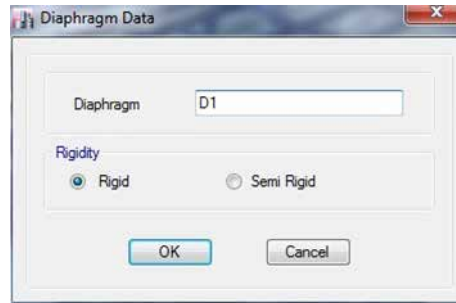


Figura 16. Diafragma.

Fuente. Adrián 2019.

4.2.1.6 Espectro de diseño.

El software de cálculo empleado posee la opción de utilizar la NORMA VENEZOLANA COVENIN 1756-2001 “EDIFICACIONES SISMORESISTENTES” y poder establecer exactamente los parámetros para la definición del espectro de diseño que se empleó en el diseño de la edificación. Véase figura 17.

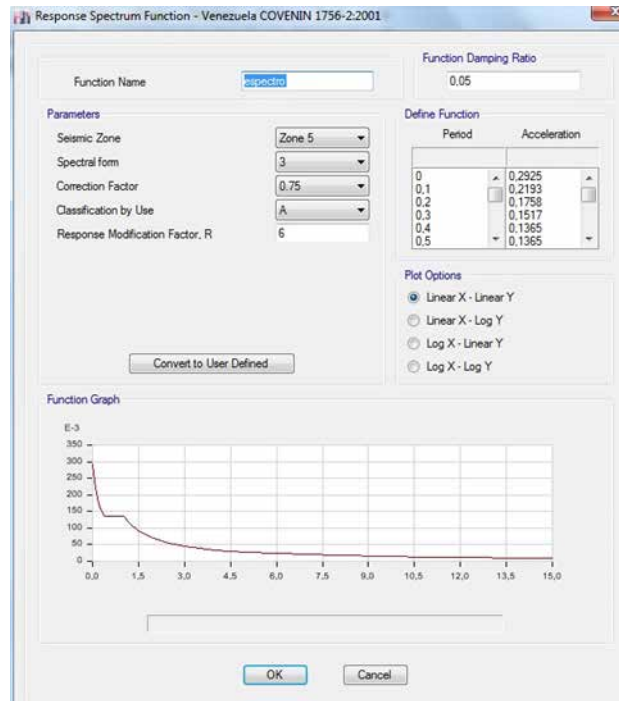


Figura 17. Espectro de diseño.

Fuente. Adrián 2019.

4.2.1.7 Patrones de carga.

En esta etapa del modelado se establecieron los diferentes patrones de carga a la cual va a estar sometida la edificación, entre los que están la carga permanente (CP) que la conforma únicamente el peso propio de cada elemento, sobre carga permanente (SCP) la cual es generada por los revestimientos en cada uno de miembros, la carga viva o carga variable (CV) que fue establecida según la norma Venezolana COVENIN 2002-88 “CRITERIOS Y ACCIONES MINIMAS PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES” y la carga generada por el sismo (SISMO).

4.2.1.8 Combinación de cargas.

Este es el último paso para definir el comportamiento de las cargas que actúa sobre la estructura, en él se definieron las combinaciones de carga en la cual las mismas son mayoradas para cumplir con la teoría de estados límites establecida para el diseño según la norma venezolana. En el caso particular, estas combinaciones de carga se establecieron usando las predeterminadas por el programa de cálculo estructural, basadas en el código ACI 318-14. Véase figura 18.

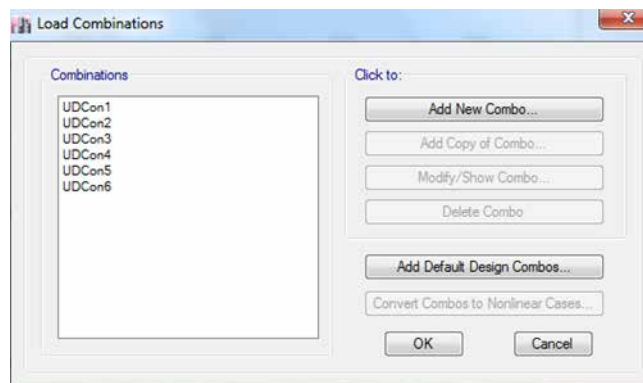


Figura 18. Combinación de cargas.

Fuente. Adrián 2019.

4.2.1.9 Dibujo de miembros y asignación de elementos tipo área.

Se procedió a dibujar en primera instancia todo el sistema aporticados de la edificación, ubicando cada elemento y orientando los ejes de los mismos según los planos estructurales, luego se dibujó cada losa que conforma el sistema, siendo los elementos tipo área,

igualmente las mismas se orientaron según el detalle dado por los planos, cabe destacar que se realizó la discretización de las losas de entrepiso y losas de techo, para la obtención de resultados con mayor aproximación al comportamiento real de la estructura .

4.2.1.10 Asignación de cargas.

Luego de tener todo el dibujo de la edificación, columnas, vigas y losas, lo siguiente que se realizó fue asignar la carga que va a actuar en los elementos, para esto se señaló cada una de las losas por nivel, a las mismas se le asignó cargas variables y cargas permanentes, en las cuales las cargas permanentes incluyen el peso propio de cada elemento, un sobre piso y piso de granito para el acabado terminado, además también se incluye el peso de la mampostería, los cuales se obtuvieron analizando los planos de arquitectura que fueron proporcionados, también se incluye un peso por carga variable a cada nivel. El análisis de carga respectivo se hizo mediante los pesos que otorga a cada elemento la norma Venezolana COVENIN 2002- 88 “CRITERIOS Y ACCIONES MINIMAS PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES”

4.2.1.11 Masa participativa.

Es importante especificar en el programa la participación de las masas presentes en la estructura, de acuerdo a la acción de las cargas existentes. En el caso particular de estudio del anexo del edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez es una edificación de uso educacional, por lo tanto se utilizó el 100% de la carga permanente y el 50% de la carga variable.

4.2.1.12 Revisión del modelo.

En esta etapa ya el modelo está completamente establecido en el programa de cálculo estructural, el mismo tiene la capacidad de hacer una revisión de todas las propiedades del modelo matemático establecido, esto incluye un chequeo de las propiedades de los materiales, propiedades de secciones y el dibujo como tal del modelo.

4.2.2 Análisis del modelo.

Una vez finalizado el proceso de revisión del modelo y que todos sus parámetros estén bien definidos, se procedió al análisis, en este paso el software de cálculo hace el diseño de cada uno de los elementos en base a todos los datos técnicos suministrados en los pasos

anteriores. Véase figura 19, Figura 20

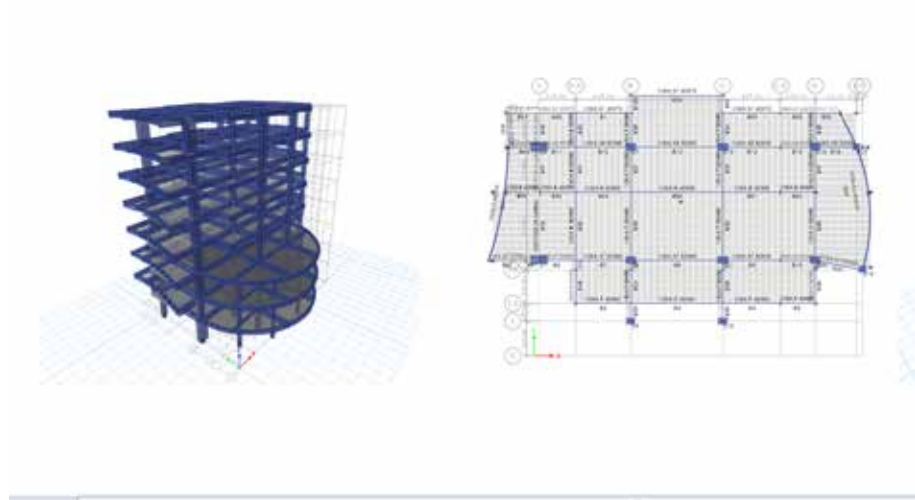


Figura 19. Resultados del Modelo.

Fuente, Adrián 2019.

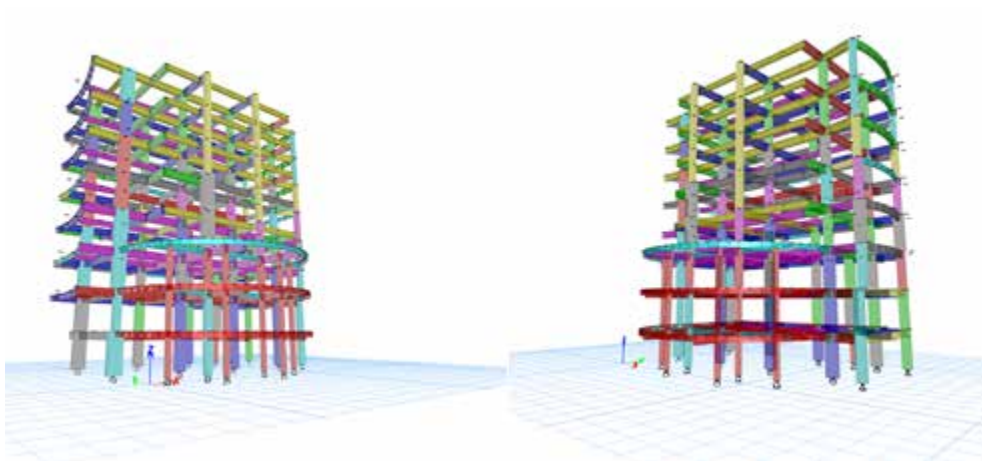


Figura 20. Resultados del Modelo.

Fuente, Adrián 2019.

4.2.2.1 Verificación del acero longitudinal en las vigas.

Se muestra el acero longitudinal de las vigas de carga. Véase Tabla 27-34

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	CONDICION	
										As prop	
B6	SEMISOTANO	VIGA A5 50X80	Middle	-3851622,1	UDCon5	14,11	3546667,37	UDCon6	12,95	20,32	NC
B11	SEMISOTANO	VIGA A9 50X80	Middle	-5706693,7	UDCon5	21,36	4728781,64	UDCon6	17,52	20,32	C
B16	SEMISOTANO	VIGA M 50X80	End-I	-5592913,5	UDCon5	20,91	5272652,34	UDCon6	19,65	25,4	NC
B23	SEMISOTANO	VIGA P 50X80	End-I	-5508528,4	UDCon5	20,56	4932550,63	UDCon6	18,3	15,8	C
B35	SEMISOTANO	VIGA U 50X80	End-J	0	UDCon5	2,39	442916,35	UDCon6	2,1	20,32	NC
B45	SEMISOTANO	VIGA G 40X60	End-I	-1046961,2	UDCon5	6,92	768152,72	UDCon6	5,06	15,24	NC
B48	SEMISOTANO	VIGA D 40X60	End-I	-1085079,4	UDCon5	7,13	642008,76	UDCon6	4,2	11,4	NC
B44	SEMISOTANO	VIGA A4 30X50	End-I	-1526403,5	UDCon5	9,69	1256759,12	UDCon6	7,87	12,64	NC
B76	SEMISOTANO	VIGA L 50X80	Middle	-4678738,4	UDCon6	17,31	4788596,8	UDCon5	17,74	20,32	NC
B185	SEMISOTANO	VIGA Z 40X70	End-J	0	UDCon5	21,23	2566837,19	UDCon6	10,96	15,24	C
B133	SEMISOTANO	VIGA B3 40X50	End-J	0	UDCon5	6,88	1010447,86	UDCon6	6,15	11,4	NC
B74	SEMISOTANO	VIGA H 40X60	End-I	-1017369	UDCon5	6,77	748048,82	UDCon2	4,88	11,4	NC

Tabla 27. Verificación del acero long Semisótano.

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	CONDICION	
										As prop	
B6	PB	VIGA A5 50X80	End-I	-10155231	UDCon5	40,08	6003808,33	UDCon6	22,55	20,32	C
B11	PB	VIGA A9 50X80	End-I	-10355749	UDCon5	40,98	6004557,36	UDCon6	22,56	20,32	C
B14	PB	VIGA M 50X80	End-I	-8259359,2	UDCon6	31,87	9017657,38	UDCon5	35,11	25,4	C
B23	PB	VIGA P 50X80	End-I	-5774342,3	UDCon5	21,61	5026371,97	UDCon6	18,66	15,8	C
B35	PB	VIGA U 50X80	End-I	0	UDCon6	0,01	0	UDCon6	0,01	20,32	NC
B43	PB	VIGA G 40X60	End-I	-566767,47	UDCon5	3,78	1306405,02	UDCon5	7,37	15,24	NC
B48	PB	VIGA D 40X60	End-I	-1756752,9	UDCon5	8,82	1037093,87	UDCon6	6,84	11,4	NC
B50	PB	VIGA C 40X60	End-I	-370800,95	UDCon5	2,42	370800,95	UDCon5	2,42	11,4	NC
B44	PB	VIGA A4 30X50	End-I	-2465997	UDCon5	16,51	1359742,51	UDCon6	8,56	12,64	C
B76	PB	VIGA L 50X80	End-I	-11109605	UDCon5	44,45	7252457	UDCon6	27,67	20,32	C
B185	PB	VIGA Z 40X70	End-I	-4552524	UDCon5	20,1	2701364,2	UDCon6	11,54	15,24	C
B98	PB	VIGA B3 40X50	End-I	-1814196,5	UDCon5	11,38	1285679,56	UDCon6	7,9	11,4	NC
B74	PB	VIGA H 40X60	End-I	-2237754,6	UDCon5	11,42	1118877,32	UDCon5	7,37	11,4	C

Tabla 28. Verificación del acero long Planta Baja.

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	CONDICION	
										As prop	
B6	NIVEL1	VIGA A6 50X80	End-I	-9804925,8	UDCon5	38,53	6675400,27	UDCon6	25,27	20,32	C
B11	NIVEL1	VIGA A9 50X80	End-I	-11982385	UDCon5	48,49	7372190,31	UDCon6	28,13	20,32	C
B23	NIVEL1	VIGA Q 50X80	End-I	-7232309,7	UDCon5	27,52	5934074,73	UDCon6	22,25	15,8	C
B35	NIVEL1	VIGA V 50X80	End-I	-141,64	UDCon6	0,0006661	3691,06	UDCon5	0,02	20,32	NC
B40	NIVEL1	VIGA A6 50X80	End-I	-5725501,7	UDCon5	21,44	2862750,82	UDCon5	12,55	20,32	C
B43	NIVEL1	VIGA B 40X60	End-I	-693777,26	UDCon5	4,64	1221437,42	UDCon5	7,37	11,4	NC
B48	NIVEL1	VIGA A1 40X70	End-I	-2324795,2	UDCon5	9,85	1396143,92	UDCon6	7,78	15,24	NC
B55	NIVEL1	VIGA E 40X60	End-I	-905826,21	UDCon6	5,99	955541,46	UDCon5	6,33	11,4	NC
B60	NIVEL1	VIGA B 40X60	End-I	-2729574,9	UDCon5	14,13	1364787,44	UDCon5	7,37	11,4	C
B44	NIVEL1	VIGA A4 30X50	End-I	-2223622,1	UDCon5	14,67	1111811,04	UDCon5	6,92	12,64	C
B76	NIVEL1	VIGA M 50X80	End-I	-11642980	UDCon5	46,91	7881668,92	UDCon6	30,28	25,4	C
B80	NIVEL1	VIGA K 40X60	End-I	-1054997,1	UDCon5	7,01	629612,55	UDCon5	4,15	11,4	NC
B58	NIVEL1	VIGA E 40X60	End-I	-365132,75	UDCon5	2,38	182566,38	UDCon5	1,19	11,4	NC

Tabla 29. Verificación acero long Nivel 1.

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	CONDICION	
										As prop	
B2	NIVEL2	VIGA F 40X60	End-I	-483476,02	UDCon5	3,19	483476,02	UDCon5	3,19	20,32	NC
B6	NIVEL2	VIGA A6 50X80	End-I	-15134253	UDCon5	63,25	8091263,12	UDCon6	31,13	20,32	C
B10	NIVEL2	VIGA V 50X80	End-I	-2863470,1	UDCon6	12,55	4335337,82	UDCon5	16,01	20,32	NC
B11	NIVEL2	VIGA A9 50X80	End-I	-12791645	UDCon5	52,38	7111300,51	UDCon6	27,06	20,32	C
B17	NIVEL2	VIGA A1 40X70	End-I	0	UDCon5	0,04	4187,96	UDCon6	0,03	15,24	NC
B18	NIVEL2	VIGA M 50X80	End-I	-442725,04	UDCon5	2,15	442725,04	UDCon5	2,15	25,4	NC
B23	NIVEL2	VIGA R 50X80	End-I	-14221663	UDCon5	59,49	12257857,61	UDCon6	49,76	27,94	C
B43	NIVEL2	VIGA B 40X60	End-I	-1599300,2	UDCon5	8,07	799650,11	UDCon5	5,35	11,4	NC
B48	NIVEL2	VIGA A 40X60	End-I	-569792,73	UDCon6	3,72	651993,51	UDCon5	4,27	11,4	NC
B50	NIVEL2	VIGA C 40X60	End-I	-477513,47	UDCon5	3,14	477513,47	UDCon5	3,14	11,4	NC
B54	NIVEL2	VIGA K 40X60	End-I	-1148382,4	UDCon5	7,37	828192,1	UDCon5	5,47	11,4	NC
B97	NIVEL2	VIGA T 50X80	End-I	-1017275,9	UDCon5	4,86	508637,96	UDCon5	2,43	20,32	NC

Tabla 30. Verificación acero long Nivel 2

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	CONDICION	
										As prop	
B2	NIVEL3	VIGA N 50X80	End-I	-541057	UDCon6	2,59	877283,27	UDCon5	4,19	20,32	NC
B3	NIVEL3	VIGA A1 40X70	End-I	-2444319,9	UDCon5	10,39	1611304,35	UDCon6	8,7	15,24	NC
B11	NIVEL3	VIGA A9 50X80	End-I	-13934773	UDCon5	58,04	6967386,53	UDCon5	26,44	20,32	C
B14	NIVEL3	VIGA P 50X80	End-I	-9792809,4	UDCon5	38,47	7399179,62	UDCon6	28,24	15,8	C
B18	NIVEL3	VIGA N 50X80	End-I	-619986,72	UDCon5	2,96	522723,46	UDCon5	2,49	20,32	NC
B35	NIVEL3	VIGA V 50X80	End-I	-2282921,5	UDCon5	10,97	1141460,77	UDCon5	5,43	20,32	NC
B48	NIVEL3	VIGA A 40X60	End-I	-432317,18	UDCon6	2,82	795029,47	UDCon5	5,21	11,4	NC
B51	NIVEL3	VIGA A4 30X50	End-I	-1369832,9	UDCon5	8,63	1787471,57	UDCon5	11,48	12,64	NC
B88	NIVEL3	VIGA B 40X60	End-I	-679734,75	UDCon5	4,46	679734,75	UDCon5	4,46	11,4	NC
B94	NIVEL3	VIGA T 50X80	End-I	-995442,56	UDCon5	4,74	497721,28	UDCon5	2,36	20,32	NC

Tabla 31. Verificación acero long Nivel 3.

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	CONDICION	
										As prop	
B5	NIVEL4	VIGA F 40X60	End-J	0	UDCon5	6	700498,28	UDCon5	4,6	20,32	NC
B6	NIVEL4	VIGA A7 50X80	End-I	-13582260	UDCon5	56,28	6791129,76	UDCon5	25,75	17,76	C
B11	NIVEL4	VIGA A9 50X80	End-I	-11760825	UDCon5	47,45	5880412,42	UDCon5	22,08	20,32	C
B17	NIVEL4	VIGA A1 40X70	End-I	-52053,63	UDCon5	0,28	26026,81	UDCon5	0,14	15,24	NC
B18	NIVEL4	VIGA N 50X80	End-I	-381995,74	UDCon5	1,86	381995,74	UDCon5	1,86	20,32	NC
B23	NIVEL4	VIGA T 50X80	End-I	-7745196,1	UDCon5	29,63	5985664,73	UDCon6	22,44	20,32	C
B35	NIVEL4	VIGA X 50X80	End-I	-1777442,9	UDCon5	8,5	888721,45	UDCon5	4,21	20,32	NC
B43	NIVEL4	VIGA B 40X60	End-I	-1498575	UDCon5	7,56	749287,5	UDCon5	5,03	11,4	NC
B48	NIVEL4	VIGA A 40X60	Middle	-797870,72	UDCon5	5,3	604103,3	UDCon6	4,02	11,4	NC
B50	NIVEL4	VIGA C 40X60	End-I	-451997,64	UDCon5	2,97	451997,64	UDCon5	2,97	11,4	NC
B54	NIVEL4	VIGA K 40X60	End-I	-1060927,3	UDCon5	7,07	760366,24	UDCon5	5,02	11,4	NC
B59	NIVEL4	VIGA A3 40X70	End-I	-5489428,6	UDCon5	24,69	1154621,99	UDCon6	6,44	13,32	C
B94	NIVEL4	VIGA T 50X80	End-I	-1015316	UDCon5	4,85	507657,99	UDCon5	2,43	20,32	NC

Tabla 32. Verificación acero long Nivel 4.

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm²	CONDICION	
										As prop	
B2	NIVEL5	VIGA F 40X60	End-I	-252523,2	UDCon5	1,7	349973,31	UDCon5	2,33	20,32	NC
B6	NIVEL5	VIGA A7 50X80	End-I	-10773943	UDCon5	42,89	5386971,5	UDCon5	20,12	17,76	C
B11	NIVEL5	VIGA A9 50X80	End-I	-9636010,1	UDCon5	37,8	4818005,05	UDCon5	17,9	20,32	C
B17	NIVEL5	VIGA A1 40X70	End-I	-51041,28	UDCon5	0,28	25520,64	UDCon5	0,14	15,24	NC
B18	NIVEL5	VIGA N 50X80	End-I	-314442,84	UDCon5	1,54	314442,84	UDCon5	1,54	20,32	NC
B24	NIVEL5	VIGA T 50X80	End-I	-1475901,8	UDCon6	7,16	1853320,19	UDCon5	8,99	20,32	NC
B35	NIVEL5	VIGA X 50X80	End-I	-1522747,7	UDCon5	7,27	761373,83	UDCon5	3,61	20,32	NC
B40	NIVEL5	VIGA A7 50X80	End-I	-3677667,7	UDCon5	13,53	1838833,83	UDCon5	8,92	17,76	NC
B43	NIVEL5	VIGA B 40X60	End-I	-1237602,3	UDCon5	7,37	618801,13	UDCon5	4,18	11,4	NC
B50	NIVEL5	VIGA C 40X60	End-I	-423497,72	UDCon5	2,78	423497,72	UDCon5	2,78	11,4	NC
B1	NIVEL5	VIGA A1 40X70	End-I	-1069929,2	UDCon5	5,98	534964,61	UDCon5	3	15,24	NC
B59	NIVEL5	VIGA A3 40X70	End-I	-4505813,2	UDCon5	19,88	578103,42	UDCon5	3,25	13,32	C

Tabla 33. Verificación acero long Nivel 5

Fuente, Adrián 2019.

VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.											
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm²	CONDICION	
										As prop	
B2	TECHO	VIGA F 40X60	End-I	-210586,47	UDCon5	1,42	301026,22	UDCon5	2,01	20,32	NC
B6	TECHO	VIGA A7 50X80	End-I	-6198074,3	UDCon5	23,35	3099037,13	UDCon5	12,55	17,76	C
B11	TECHO	VIGA A9 50X80	End-I	-5295481,6	UDCon5	19,76	2647740,8	UDCon5	12,55	20,32	NC
B17	TECHO	VIGA A1 40X70	End-I	-32248,07	UDCon5	0,18	16124,03	UDCon5	0,09	15,24	NC
B18	TECHO	VIGA N 50X80	End-I	-111448,85	UDCon5	0,58	196816,79	UDCon5	0,98	20,32	NC
B23	TECHO	VIGA T 50X80	End-I	-2100188,7	UDCon5	10,08	1050094,35	UDCon5	4,99	20,32	NC
B35	TECHO	VIGA X 50X80	End-I	-866095,42	UDCon5	4,11	433047,71	UDCon5	2,04	20,32	NC
B43	TECHO	VIGA B 40X60	End-I	-552161,18	UDCon5	3,73	347538,29	UDCon5	2,39	11,4	NC
B50	TECHO	VIGA C 40X60	End-I	-235484,78	UDCon5	1,55	235484,78	UDCon5	1,55	11,4	NC
B59	TECHO	VIGA A3 40X70	End-I	-2607895,1	UDCon5	11,14	265785,77	UDCon5	1,53	13,32	NC

Tabla 34. Verificación acero long Nivel 5.

Fuente, Adrián 2019.

4.2.2.2 Verificación del acero transversal en las vigas.

Se muestra el acero transversal de las vigas. Véase Tabla 35.

VERIFICACION ACERO TRANSVERSAL SS													
Story	Section	Location	V kgf	V Combo	At cm²/cm	T for At kgf-cm	T Combo At	At Torsion cm²/cm	T for As kgf-cm	T Combo As	As Torsion cm²	CONDICION	
												AS proporcionado	
SEMISOTANO	VIGA A5 50X80	End-I		O/S		2184903,86	UDCon5	0,1396	2184903,86	UDCon5	31,33	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA A9 50X80	Middle	68007,56	UDCon5	0,2879	1091501,84	UDCon5	0,0697	1091501,84	UDCon5	15,65	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA M 50X80	End-J	74733,28	UDCon5	0,3163	150414,38	UDCon6	0	150414,38	UDCon6	0	0,9525	C
SEMISOTANO	VIGA P 50X80	Middle	57218,59	UDCon5	0,2422	960652,85	UDCon5	0,0614	960652,85	UDCon5	13,77	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA U 50X80	End-J	39891,75	UDCon5	0,1689	218991,32	UDCon6	0	218991,32	UDCon6	0	0,9525	C
SEMISOTANO	VIGA G 40X60	End-J	14304,23	UDCon5	0,0826	2737,86	UDCon6	0	2737,86	UDCon6	0	0,9525	C
SEMISOTANO	VIGA D 40X60	End-J	14944,06	UDCon5	0,0863	97090,04	UDCon6	0	97090,04	UDCon6	0	0,9525	C
SEMISOTANO	VIGA C 40X60	End-I	9071,25	UDCon5	0,0524	94065,5	UDCon6	0	94065,5	UDCon6	0	0,9525	C
SEMISOTANO	VIGA A4 30X50	End-J		O/S		417375,16	UDCon5	0,0898	417375,16	UDCon5	11,18	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA L 50X80	End-J	27160,4	UDCon5	0,115	902811,77	UDCon5	0,0577	902811,77	UDCon5	12,94	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA Z 40X70	End-J		O/S		846233,88	UDCon5	0,0831	846233,88	UDCon5	15,33	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA B3 40X50	End-I		O/S		319493,77	UDCon5	0,0467	319493,77	UDCon5	6,74	0,9525	NC
SEMISOTANO	VIGA H 40X60	End-J	11047,59	UDCon5	0,0638	67667,32	UDCon6	0	67667,32	UDCon6	0	0,9525	C

Tabla 35. Acero transversal de vigas de semisótano.

Fuente, Adrián 2019.

4.2.2.3 Verificación del acero requerido por columnas.

Se muestra el acero requerido de las columnas. Véase Tabla 36.

VERIFICACION ACERO REQUERIDO COLUMNAS SS											
Story	Label	Unique Name	Design Section	Station	Design/Check	Status	PMM Combo	As,min	As	As Pro	CONDICION
SEMISOTANO	C1	21	COL A1 70X140	152	Design	No Message	UDCon6	98	130,64	142,24	C
SEMISOTANO	C2	22	COL G2 60X140	152	Design	No Message	UDCon6	84	106,14	99,16	NC
SEMISOTANO	C4	19	COL B 40X50	0	Design	No Message	UDCon5	20	65,68	65,68	C
SEMISOTANO	C5	20	COL C1 50X80	304	Design	No Message	UDCon6	40	60,18	53,58	NC
SEMISOTANO	C14	36	COL D2 70X110	0	Design	No Message	UDCon5	77	280,43	302,79	C
SEMISOTANO	C15	18	COL E2 50X90	0	Design	No Message	UDCon6	45	45	181,674	C
SEMISOTANO	C17	173	COL E1 50X90	294	Design	No Message	UDCon6	45	73,59	72,85	NC
SEMISOTANO	C19	37	COL G3 60X110	304	Design	No Message	UDCon6	66	66	168,55	C

Tabla 36. Acero requerido de columnas semisótano.

Fuente, Adrián 2019.

4.2.2.4 Verificación de Derivas por nivel.

Se puede observar que ninguna de las derivas en dirección X o Y supera el valor máximo establecido por Norma (COVENIN 1756-2011 Estructuras Sismorresistentes), es decir, el 100% de los elementos cumple con la deriva normativa menor a 0.012. Véase tabla 37.

CHEQUEO DE DERIVAS.						
Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir	Deriv Max X 0,012	Deriv Max Y 0,012
TECHO	30,72	Top	9,98E-08	4,359E-07	CUMPLE	CUMPLE
NIVEL5	26,88	Top	1,77E-07	0,000001	CUMPLE	CUMPLE
NIVEL4	23,04	Top	2,39E-07	0,000001	CUMPLE	CUMPLE
NIVEL3	19,2	Top	2,33E-07	0,000001	CUMPLE	CUMPLE
NIVEL2	15,36	Top	1,86E-07	0,000001	CUMPLE	CUMPLE
NIVEL1	11,52	Top	1,63E-07	0,000001	CUMPLE	CUMPLE
PB	7,68	Top	1,52E-07	0,000001	CUMPLE	CUMPLE
SEMISOTANO	3,84	Top	4,83E-08	4,616E-07	CUMPLE	CUMPLE
BASE	0	Top	0	0	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 37. Chequeo Derivas.

Fuente, Adrián 2019.

4.3 Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de la ampliación del edificio Nro. 4 de la Universidad José Antonio Páez.

A continuación se calculará el índice de vulnerabilidad, una vez presentados los

siguientes parámetros y mediante la ecuación, luego con dichos resultados pasar a calcular el índice de priorización de la edificación. Véase tabla 38, tabla 39, tabla 40.

Características	Parámetros
Índice de amenaza Zona sísmica 5, Peligro Sísmico elevado, $A_0 = 0,30$, Sin efectos topográficos	$IA = 0.68$
Índice vulnerabilidad asociado a la antigüedad. Edificación Construida después del año 2001	$I1 = 15$
Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural. Pórticos de concreto armado rellenos de con paredes de bloques de arcilla o de concreto.	$I2 = 40$
Índice de vulnerabilidad asociado a la irregularidad. Presencia de columnas cortas $j6 = 30$ Fuertes asimetrías de masas o de rigideces, debido al núcleo de ascensor $J8 = 20$	$I3 = 50$
Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito. Por ausencia de información sobre la profundidad del depósito de sedimentos, se asume perfiles de suelo clasificados como S3	$I4 = 15$
Índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y	$I5 = 0,95$

<p align="center">drenajes.</p> <p align="center">Construcción en una planicie</p> <p align="center">Estructura de concreto ninguno = 0 Agrietamiento de paredes de relleno ninguno = 10</p> <p align="center">Estado general de mantenimiento bueno =0</p>	I6=15
<p align="center">Índice de importancia</p> <p align="center">Uso de la edificación A2 N> 1000</p>	Ii=0,95

Tabla 38.Parámetros para el cálculo del índice de importancia.

Fuente, Adrián 2019.

4.3.1 Índice de vulnerabilidad.

$$6 = 1$$

$$I_v = (0,25*15) + (0,35*40) + (0,25*50) + (0,07*15) + (0,04*0.95) + (0,04*15)$$

$$I_v = 31,938$$

Calificación de la Vulnerabilidad	I_v Rango de Valores
Muy Elevada	$60 \leq I_v \leq 100$
Elevada	$40 \leq I_v < 60$
Media Alta	$30 \leq I_v < 40$
Media Baja	$20 \leq I_v < 30$
Baja	$10 \leq I_v < 20$
Muy Baja	$0 \leq I_v < 10$

Tabla 39. Valoración del Índice de Vulnerabilidad (L).

Fuente, Metodología Funvisis (2014).

4.3.2 Índice de priorización.

$$I_p = I_A * I_V * I_i$$

$$I_p = (0,68 * 31,938 * 0,950)$$

$I_p = 20,632$.

Calificación de la Priorización	I_p Rango de Valores
P1 (Prioridad máxima)	$60 \leq I_p \leq 100$
P2	$50 \leq I_p < 60$
P3	$40 \leq I_p < 50$
P4	$30 \leq I_p < 40$
P5	$25 \leq I_p < 30$
P6	$20 \leq I_p < 25$
P7	$16 \leq I_p < 20$
P8	$12 \leq I_p < 16$
P9	$8 \leq I_p < 12$
P10	$5 \leq I_p < 8$
P11	$2 \leq I_p < 5$
P12 (Prioridad mínima)	$0 \leq I_p < 2$

Tabla 40. Valoración del Índice de Priorización (I_p)

Fuente, Metodología Funvisis (2014).

Una vez obtenidos estos índices se puede comparar con las tablas 39- 40, y concluir que la edificación presenta una vulnerabilidad sísmica “MEDIA ALTA” tomando en cuenta que el valor máximo establecido por FUNVISIS es 100, y un índice de priorización de P6.

CONCLUSIONES.

La geometría del anexo del edificio Número 4 de la Universidad José Antonio Páez, es en su mayoría ortogonal dado por 8 niveles con una altura de entrepiso constante de 3,84m para una altura total de la edificación de 30.72 mts, 6 pórticos en dirección Y, 4 pórticos en dirección X y 1 eje auxiliar. Cuenta con 29.87 mts de frente y 20.71mts de profundidad.

En disposición a lo que establece la Norma Venezolana COVENIN 1756-2001 Estructuras Sismorresistentes,,el anexo del Edificio Número 4, ubicado en el municipio de San Diego del estado Carabobo se encuentra en una zona sísmica 5, con forma espectral S3, pertenece al Grupo A con un factor de importancia () de 1,30 y requiere ND3. Con respecto al sistema estructural resistente a cargas es tipo I, con un factor de reducción de respuesta igual a 6.

Se realizó los procedimientos de inspección visual propuestos por FUNVISIS, para la asignación de los índices de la edificación, posteriormente el llenado de la planilla de metodología FUNVISIS, en conclusión ésta no presenta ningún tipo de irregularidad señalada en ella.

La recopilación de datos y cálculos necesarios se realizó para comparar la edificación con las posibles irregularidades existentes descritas en la norma COVENIN 1756-2001, y la misma no presenta ningún tipo de irregularidades verticales ni irregularidades en planta.

Existen incongruencias entre la verificación en campo de la estructura y los planos data existentes en la Dirección del Departamento de Planta Física, debido a que el Semisótano, las vigas no salen reflejadas en los planos proporcionados por planta física, sin embargo cuando verificamos con lo construido, existen vigas de igual dimensiones que el nivel planta baja.

Según la calificación de vulnerabilidad y el rango de valores, la edificación presenta un índice “Media Alta” de 31.938, el valor de índice de priorización es de 20.632 y se localiza en el rango resultando P6.

Los desplazamientos relativos (derivadas) en dirección X como en Y para todos los niveles resultan menores al valor máximo establecido por Norma (COVENIN 1756-2011 Estructuras Sismorresistentes) de 0.012.

El acero longitudinal de las vigas de carga, no cumple con el acero mínimo requerido proporcionado por el análisis sísmico del software de cálculo en un 73,56 %.

El acero transversal de las vigas de carga proporcionado por los planos en Semisótano, no cumple con el acero mínimo requerido dado por el análisis sísmico del software de cálculo, en un 54%.

El acero requerido de las columnas proporcionado por los planos en Semisótano, no cumple con el acero mínimo requerido dado por el análisis sísmico del software de cálculo, en un 37.50%.

Se observa como el 100% de las columnas cumple con el porcentaje de cuantías mínimas y máximas requerido por norma.

RECOMENDACIONES.

Realizar un levantamiento estructural de la edificación que permita aclarar las incongruencias existentes en planos de la Dirección de planta física con lo inspeccionado en sitio.

Construir o incorporar vías de escape (escaleras) al anexo del edificio número 4 de la Universidad José Antonio Páez, y lograr una evacuación independiente de los módulos adyacentes en la ocurrencia de un evento sísmico, evitando pérdidas humanas.

Incorporar un sistema de anclaje mecánico que suministren soporte a las tablillas que recubren las paredes exteriores de la edificación, ya que representan un riesgo considerable a los ocupantes al momento de la evacuación, si llegase a ocurrir un sismo, considerando que son propensas a desprenderse.

Realizar un refuerzo de los elementos estructurales que componen la edificación con la finalidad de garantizar un comportamiento adecuado de la edificación durante la ocurrencia de un sismo.

Desarrollar investigaciones de vulnerabilidad sísmica a los módulos adyacentes, que permita un estudio en conjunto al anexo del edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez.

Desarrollar investigaciones de vulnerabilidad sísmica a las edificaciones presentes en el campus de la Universidad José Antonio Páez.

Desarrollar talleres que eduquen a las personas involucradas con la Universidad José Antonio Páez, en cuanto a las medidas preventivas durante y después de un evento sísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Alonzo, José L. (2007): **Vulnerabilidad Sísmica en Edificaciones**, Caracas 1ra. Edición. SIDETUR.

COVENIN (2001): **Edificaciones Sismorresistente. Norma COVENIN 1756:01**, Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN, FONDONORMA y FUNVISIS. Caracas, Venezuela.

COVENIN (2006): **Norma Venezolana 1753:2006. Proyecto y Construcción de Obras de Concreto Estructural**, Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN, FONDONORMA y FUNVISIS. Caracas, Venezuela.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas FUNVISIS, (2014). (Página Web en Línea). Disponible: <http://www.funvisis.gob.ve/> (consulta: 2015, Mayo 2).

González, Jesús y Mur, José, (2009): **Niveles de vulnerabilidad y riesgo sísmico presentes en las edificaciones de la Parroquia Catedral**, Municipio Bolivariano Libertador de Caracas, Universidad de Carabobo, trabajo especial de grado. Agosto de 2009.

Mijares, Héctor y García, Luis, (2007): **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**, Universidad José Antonio Páez, San Diego, Venezuela.

Quintero, Nayriuska y Rojas, Jonathan, (2011): **Niveles de vulnerabilidad y riesgo sísmico presentes en las edificaciones de la Parroquia Catedral**, Municipio Bolivariano Libertador de Caracas, Universidad de Carabobo, trabajo especial de grado. Noviembre 2011.

ANEXOS.

A-1 Fotografías de inspección de la estructura.



Anexos 1. Fotografía de la inspección.

Fuente, Adrián 2019.



Anexos 2. Fotografía de inspección.

Fuente, Adrián 2019.



Anexos 3. Fotografía de la inspección.

Fuente, Adrián 2019.

A-2 Análisis de Carga para toda la estructura.

ANÁLISIS DE CARGA																					
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	Espesor(m)	PESO PROPIO(kg/m ²)	CARGA VARIABLE(kg/m ²)	CARGA PERMANENTE(kg/m ²)	PE(kg/m ²)	ESCALERA														
NIVEL SEMBOTADO	VIGAS	0	150	500	922	2500	<table border="1"> <tr><td colspan="2">PESO PROPIO(kg/m²)</td></tr> <tr><td>LOSA</td><td>500</td></tr> <tr><td>FRISO</td><td>22</td></tr> <tr><td>ACABADO</td><td>200</td></tr> <tr><td colspan="2">PESO(kg/m²)</td></tr> <tr><td colspan="2">E12</td></tr> </table>	PESO PROPIO(kg/m ²)		LOSA	500	FRISO	22	ACABADO	200	PESO(kg/m ²)		E12			
	PESO PROPIO(kg/m ²)																				
	LOSA	500																			
	FRISO	22																			
	ACABADO	200																			
	PESO(kg/m ²)																				
	E12																				
	COLUMNA	0	125			2500															
	LOSA NERVADA	0,25	305			2400															
GRANITO	0,05	140	2800																		
TABICLERIA	0	150	0																		
REVESTIMIENTO DE TECHO	0	30	0																		
FRISO	0	22	0																		
MAMPONTERIA	0	0	0																		
NIVEL 6	VIGAS	0	150	500	922	2500	<table border="1"> <tr><td colspan="2">PESALERA</td></tr> <tr><td colspan="2">PESO PROPIO(kg/m²)</td></tr> <tr><td>LOSA</td><td>500</td></tr> <tr><td>FRISO</td><td>22</td></tr> <tr><td>ACABADO</td><td>200</td></tr> <tr><td colspan="2">PESO(kg/m²)</td></tr> <tr><td colspan="2">E12</td></tr> </table>	PESALERA		PESO PROPIO(kg/m ²)		LOSA	500	FRISO	22	ACABADO	200	PESO(kg/m ²)		E12	
	PESALERA																				
	PESO PROPIO(kg/m ²)																				
	LOSA	500																			
	FRISO	22																			
	ACABADO	200																			
	PESO(kg/m ²)																				
	E12																				
	COLUMNA	0	125			2500															
LOSA NERVADA	0,25	305	2400																		
GRANITO	0,05	140	2800																		
TABICLERIA	0	150	0																		
REVESTIMIENTO DE TECHO	0	30	0																		
FRISO	0	22	0																		
MAMPONTERIA	0	0	0																		
NIVEL 5	VIGAS	0	150	500	922	2500															
	COLUMNA	0	125			2500															
	LOSA NERVADA	0,25	305			2400															
	GRANITO	0,05	140			2800															
	TABICLERIA	0	150			0															
	REVESTIMIENTO DE TECHO	0	30			0															
	FRISO	0	22			0															
	MAMPONTERIA	0	0			0															
	NIVEL 2	VIGAS	0			150		500	922	2500											
COLUMNA		0	125	2500																	
LOSA NERVADA		0,25	305	2400																	
GRANITO		0,05	140	2800																	
TABICLERIA		0	150	0																	
REVESTIMIENTO DE TECHO		0	30	0																	
FRISO		0	22	0																	
MAMPONTERIA		0	0	0																	
NIVEL 3		VIGAS	0	150	500	922	2500														
	COLUMNA	0	125	2500																	
	LOSA NERVADA	0,25	305	2400																	
	GRANITO	0,05	140	2800																	
	TABICLERIA	0	150	0																	
	REVESTIMIENTO DE TECHO	0	30	0																	
	FRISO	0	22	0																	
	MAMPONTERIA	0	0	0																	
	NIVEL 4	VIGAS	0	150			500	922	2500												
COLUMNA		0	125	2500																	
LOSA NERVADA		0,25	305	2400																	
GRANITO		0,05	140	2800																	
TABICLERIA		0	150	0																	
REVESTIMIENTO DE TECHO		0	30	0																	
FRISO		0	22	0																	
MAMPONTERIA		0	0	0																	
NIVEL 5		VIGAS	0	150	500	922			2500												
	COLUMNA	0	125	2500																	
	LOSA NERVADA	0,25	305	2400																	
	GRANITO	0,05	140	2800																	
	TABICLERIA	0	150	0																	
	REVESTIMIENTO DE TECHO	0	30	0																	
	FRISO	0	22	0																	
	MAMPONTERIA	0	0	0																	
	NIVEL TECHO	VIGAS	0	150			300	812	2500												
COLUMNA		0	125	2500																	
LOSA NERVADA		0,25	305	2400																	
GRANITO		0,05	0	2800																	
TABICLERIA		0	150	0																	
RECLAMAMIENTO ASFALTICO		0	90	0																	
FRISO		0	22	0																	
MAMPONTERIA		0	0	0																	

Anexos 4. Análisis de Carga.

Fuente, Adrián 2019.

A-3 Detallado de vigas y columnas.

DETALLADO DE VIGA			CONDICION					
GANCHO ESTANDAR			GRUPO DE VIGA	CONDICION				
ACERO LONG(a)	ACERO TRANS pro(b)	LONG DE GANCHOpro (c)		(a)	(b)	(c)		
603/4"	10	15	A	22,86	cumple	5,715	cumple	
603/4"			B	22,86	cumple	5,715	cumple	
603/4"			C	22,86	cumple	5,715	cumple	
603/4"			D	22,86	cumple	5,715	cumple	
603/4"			E	22,86	cumple	5,715	cumple	
603/4"			F	22,86	cumple	5,715	cumple	
601"			G	30,48	no cumple	5,715	cumple	
603/4"			H		22,86	cumple	5,715	cumple
3078"					26,67			
107/8"					26,67			
605/8"			I	19,05	cumple	5,715	cumple	
605/8"			J		19,05	cumple	5,715	cumple
1005/8"					19,05			
603/4"			K		22,86	cumple	5,715	cumple
205/8"					19,05			
801"			L	30,48	no cumple	5,715	cumple	
801"			M		30,48	no cumple	5,715	cumple
801"					30,48			
203/4"					30,48			
1001"			N		30,48	no cumple	5,715	cumple
801"					30,48			
801"			O		26,67		5,715	cumple
1001"					26,67			
607/8"			P		30,48	no cumple	5,715	cumple
1005/8"					30,48			
801"			Q		30,48	no cumple	5,715	cumple
203/4"					30,48			
1101"					30,48			
207/8"			R		30,48	no cumple	5,715	cumple
205/8"					30,48			
801"			S		30,48	no cumple	5,715	cumple
207/8"					30,48			
801"			T		30,48	no cumple	5,715	cumple
801"					30,48			
801"			U		30,48	no cumple	5,715	cumple
801"					30,48			
801"			V		30,48	no cumple	5,715	cumple
205/8"					30,48			
1001"					30,48			
801"			W		30,48	no cumple	5,715	cumple
801"	30,48							
207/8"	30,48							
1001"	X		30,48	no cumple	5,715	cumple		
801"			30,48					
801"	Y		30,48	no cumple	5,715	cumple		
1001"			30,48					
607/8"	Z		30,48	no cumple	5,715	cumple		
601"			30,48					
601"	A1		30,48	no cumple	5,715	cumple		
1007/8"			30,48					
601"	A2		30,48	no cumple	5,715	cumple		
601"			30,48					
601"	A3	26,67	cumple	5,715	cumple			
607/8"	A4	19,05	cumple	5,715	cumple			
805/8"	A5	30,48	no cumple	5,715	cumple			
801"	A6	30,48	no cumple	5,715	cumple			
801"	A7	26,67	cumple	5,715	cumple			
807/8"	A8	22,86	cumple	5,715	cumple			
603/4"	A9	30,48	no cumple	5,715	cumple			
801"	B1	26,67	cumple	5,715	cumple			
807/8"	B2	22,86	cumple	5,715	cumple			
603/4"	B3	22,86	cumple	5,715	cumple			
603/4"								

Anexos 5. Detallado de Vigas y Columnas.

Fuente, Adrián 2019.

A-4 Planilla de metodología Funvisis.

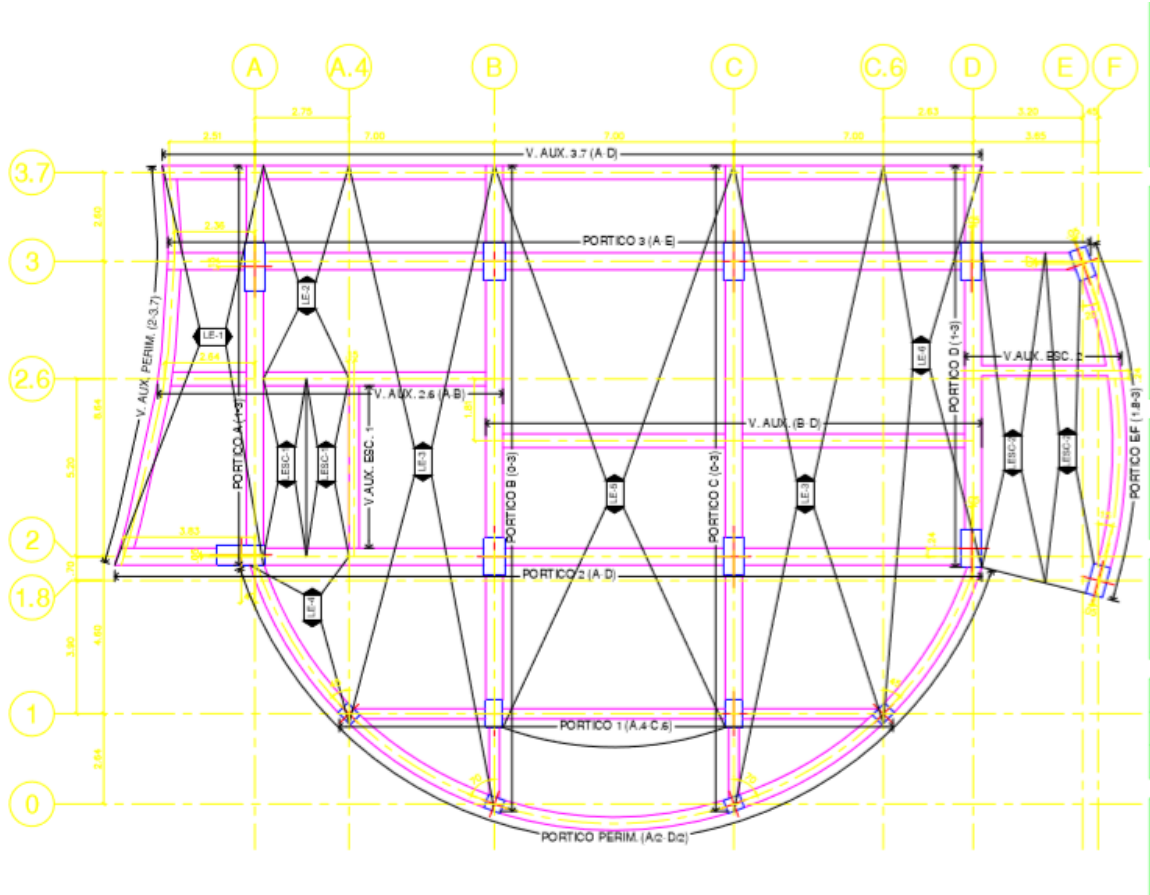


Versión 06/2013		PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismosensibles)		G-20007752-2	
1. Datos generales					
1.1 Fecha:	1.2 Hora inicio:	1.3 Hora culminación:	1.4 Código:		
2. Datos de los participantes					
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo electrónico		
2.1 Inspector	María José Aráoz	91218768138	marjosara@ig.gob.ve		
2.2 Revisor	Carlos Masasam	91127981361	cgm@masasamgob.ve		
2.3 Supervisor	Carlos Masasam	91127981361	cgm@masasamgob.ve		
3. Datos del entrevistado					
3.1 Relación con la bde	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo electrónico		
4. Identificación y ubicación de la edificación					
4.1 Nombre o N°:	EDIFICIO 4	4.2 N° de pisos:	5	4.3 Uplé sónico:	1
4.4 Uplé sónico:	6	4.5 Estado:	CARABOBO	4.6 Ciudad:	SAN DIEGO
4.7 Municipio:	SAN DIEGO	4.8 Parroquia:	SAN DIEGO	4.9 Urb. Barrio:	URB. YUMA II
4.10 Ubic.: BOGLADO SAN DIEGO	4.11 Calle, Vereda:	CALLE N°	4.12 Pto. de Referencia:	CALLE BOLIVARIANA, BOGLADO SAN DIEGO	
4.13 Coord. X:	4.14 Coord. Y:	4.15 Huso:			
5. Uso de la edificación (marcar con "X", múltiples opciones)					
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Médico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)	
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input checked="" type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial		
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input checked="" type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input checked="" type="checkbox"/> Oficina		
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input checked="" type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso		
6. Capacidad de ocupación (marcar y marcar con "X", múltiples opciones)					
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble:	APROXIMADAMENTE 17.600	6.2 Ocupación durante:	<input type="checkbox"/> Mañana	<input checked="" type="checkbox"/> Tarde	<input type="checkbox"/> Noche
7. Año de construcción (marcar y marcar con "X", una opción)					
Año:	Antes de 1929	Entre 1940 y 1947	Entre 1948 y 1955	Entre 1956 y 1967	Entre 1968 y 1969
		<input checked="" type="checkbox"/> Entre 1963 y 1998	Entre 1999 y 2001	Después de 2001	
8. Condición del terreno (marcar con "X", una opción por pregunta)					
8.1 Edificación en:	<input checked="" type="checkbox"/> Plante	<input type="checkbox"/> Ladera	8.2 Pendiente del terreno:	<input type="checkbox"/> 20° - 45°	<input type="checkbox"/> Mayor a 45°
	<input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Otra	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
8.6 Drenajes:	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	8.4 Pendiente del talud:	<input type="checkbox"/> 20° - 45°	<input type="checkbox"/> Mayor a 45°
			8.5 Separación al talud:	<input type="checkbox"/> Menor a H del Talud	<input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud
9. Tipo estructural					
9.1 Marque con "X", múltiples opciones:			9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos.		
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado			<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada		
<input type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto			<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada		
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales			<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos.		
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sin tipo túnel)			<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos.		
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero			<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso		
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares			<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)		
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados					
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas					
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:					
10. Esquema de planta (marcar con "X")			11. Esquema de elevación (marcar con "X")		
<input type="checkbox"/> "H"	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> Gabinete horizontal	<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "U"	<input type="checkbox"/> Gabinete vertical
<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> Cajón	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Pirámide Invertida	<input type="checkbox"/> "L"	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> "U" ó "C"	<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal	<input type="checkbox"/> Rectangular	

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Biológicas (FUNVISIS)		funvisis	
12. Irregularidades (marcar con "X", múltiples opciones)							
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas abas en una o dos direcciones.	<input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas.						
<input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección	<input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta						
<input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil	<input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa						
<input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entripado débil o blando	<input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna						
<input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas.	<input type="checkbox"/> 12.11 Separación entre edificios (cm): _____						
<input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes potentes.							
13. Grado de deterioro (marcar con "X", una opción por pregunta)							
13.1 Grado de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales, y/o corrosión en acero de refuerzo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo				
13.2 Grado de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo				
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo				
13.4 Estado general de mantenimiento:	<input checked="" type="checkbox"/> Ruinoso	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Bajo				
14. Observaciones							

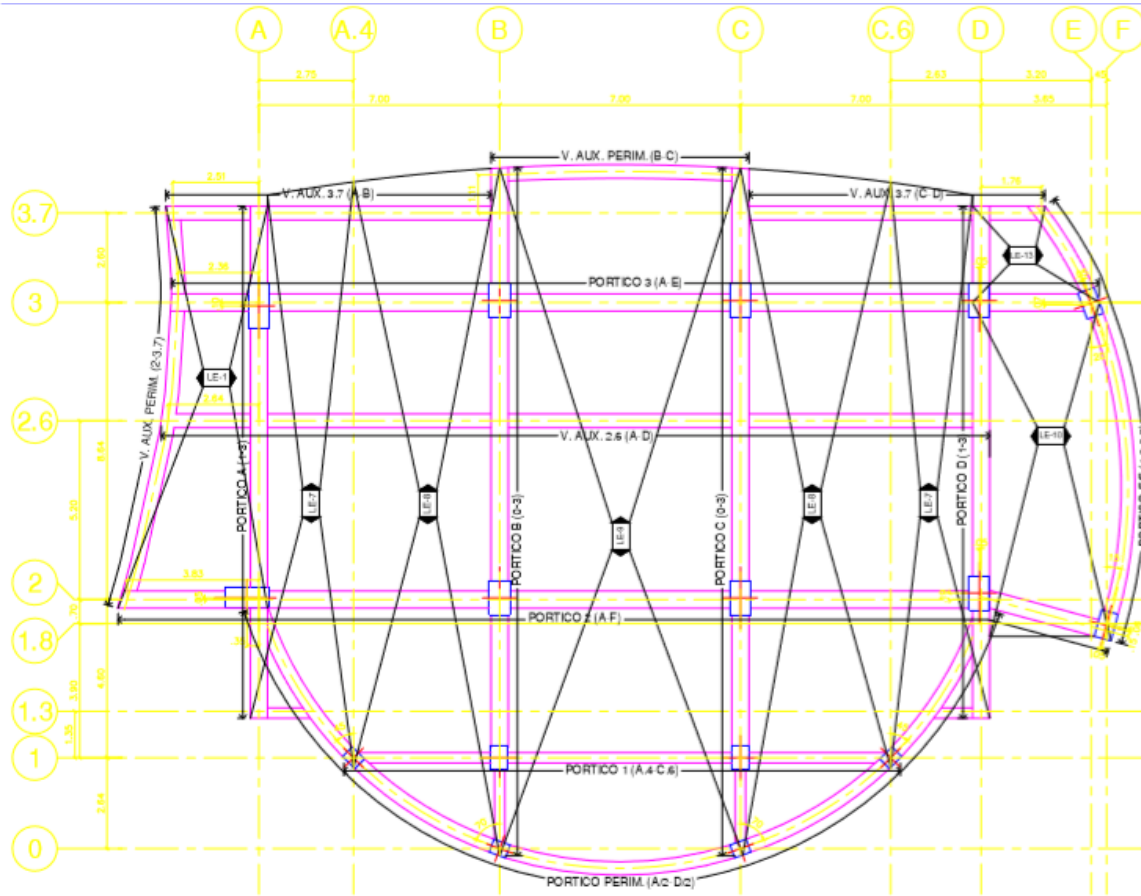
Anexos 6. Planilla metodología FUNVISIS.

Fuente, Adrián 2019.



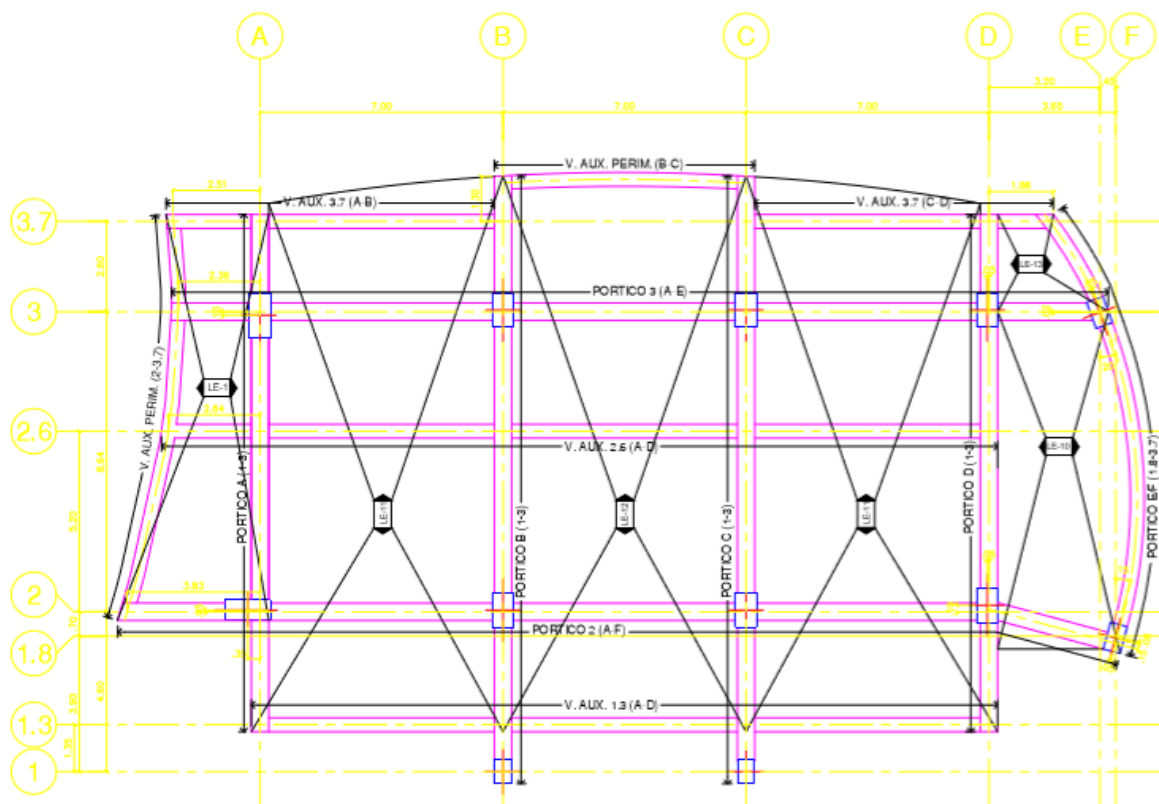
Anexos 8. Planta índice Planta Baja.

Fuente, Adrián 2019.



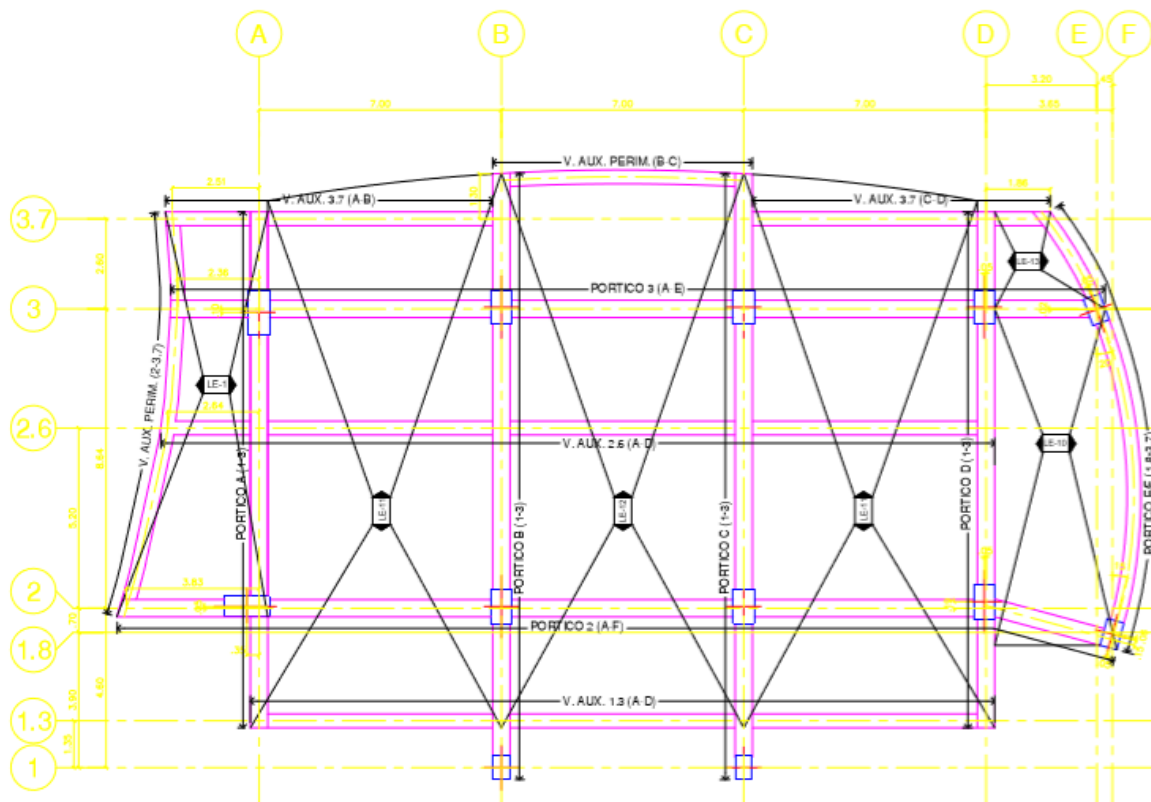
Anexos 9.Planta índice Nivel 1.

Fuente, Adrián 2019.



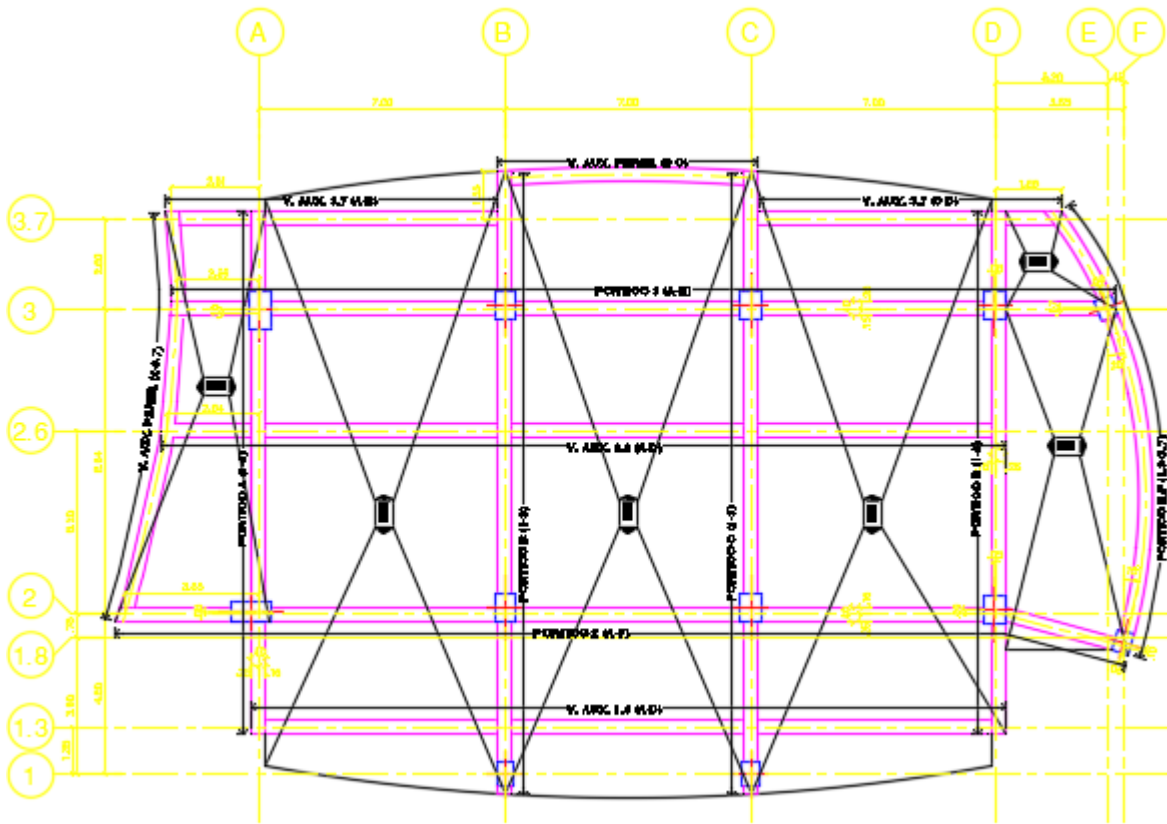
Anexos 10. Planta índice Nivel 2.3

Fuente, Adrián 2019.



Anexos 11. Planta índice nivel 4.5.

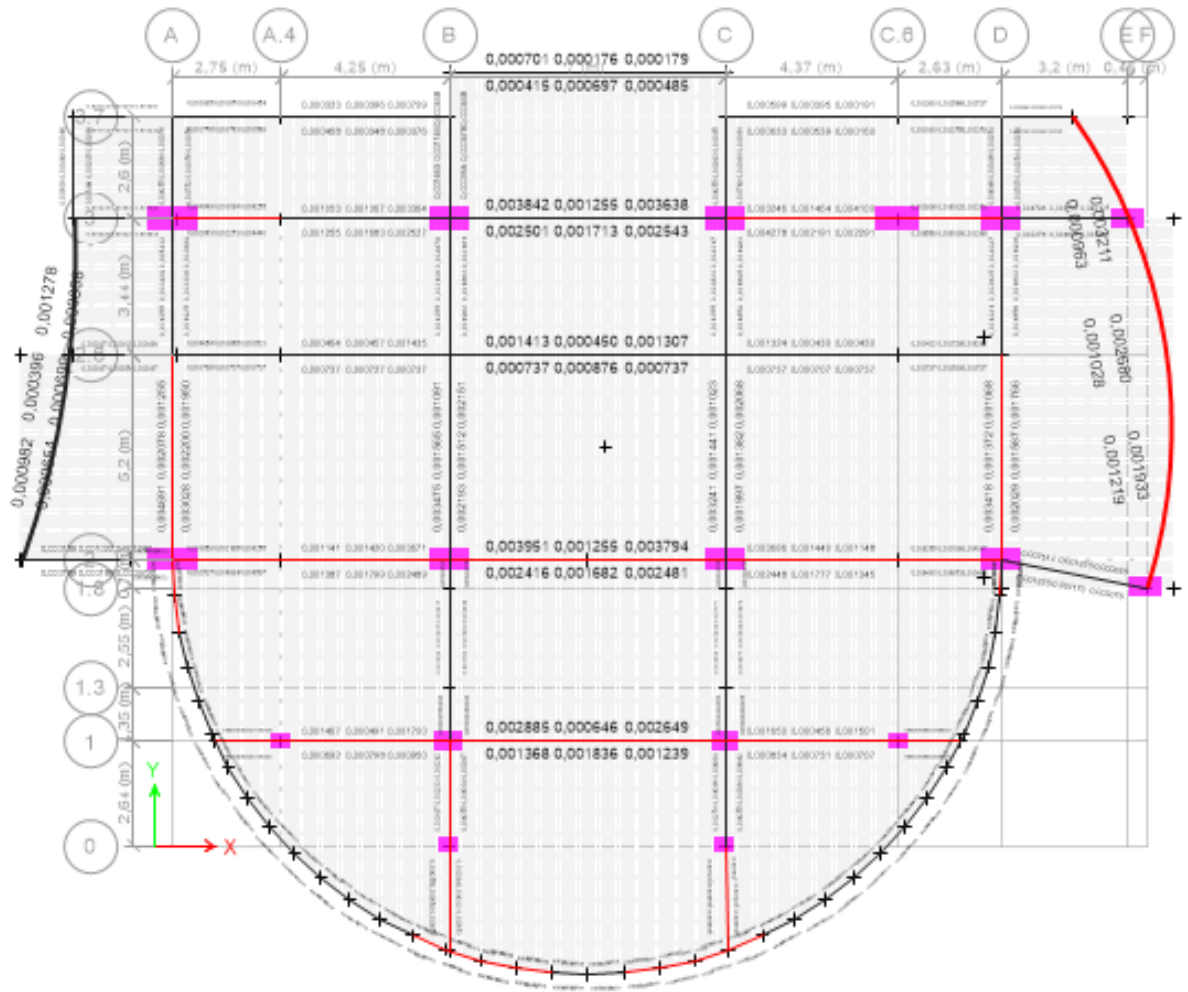
Fuente, Adrián 2019.



Anexos 12. Planta índice techo.

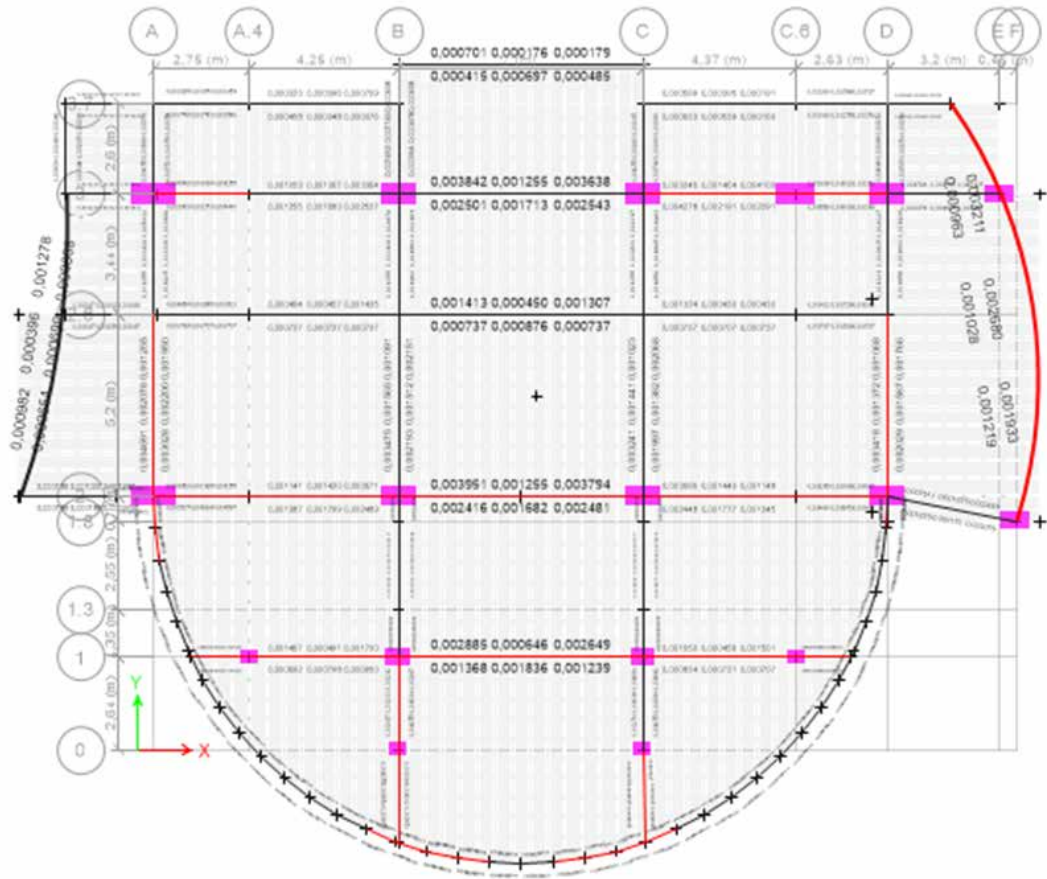
Fuente, Adrián 2019.

A-6 Sumary del modelado realizado en el software calculo estructural.



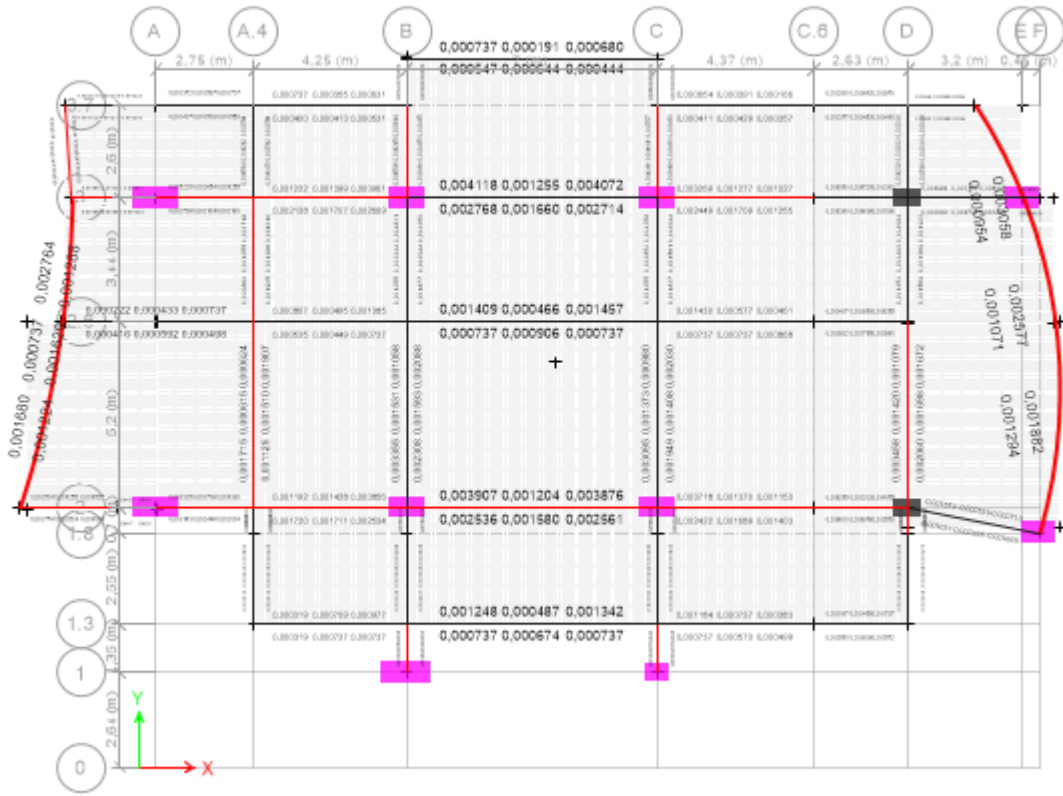
Anexos 13.Acero de Refuerzo Long Z=7.68 (cm)

Fuente, Adrián 2019.



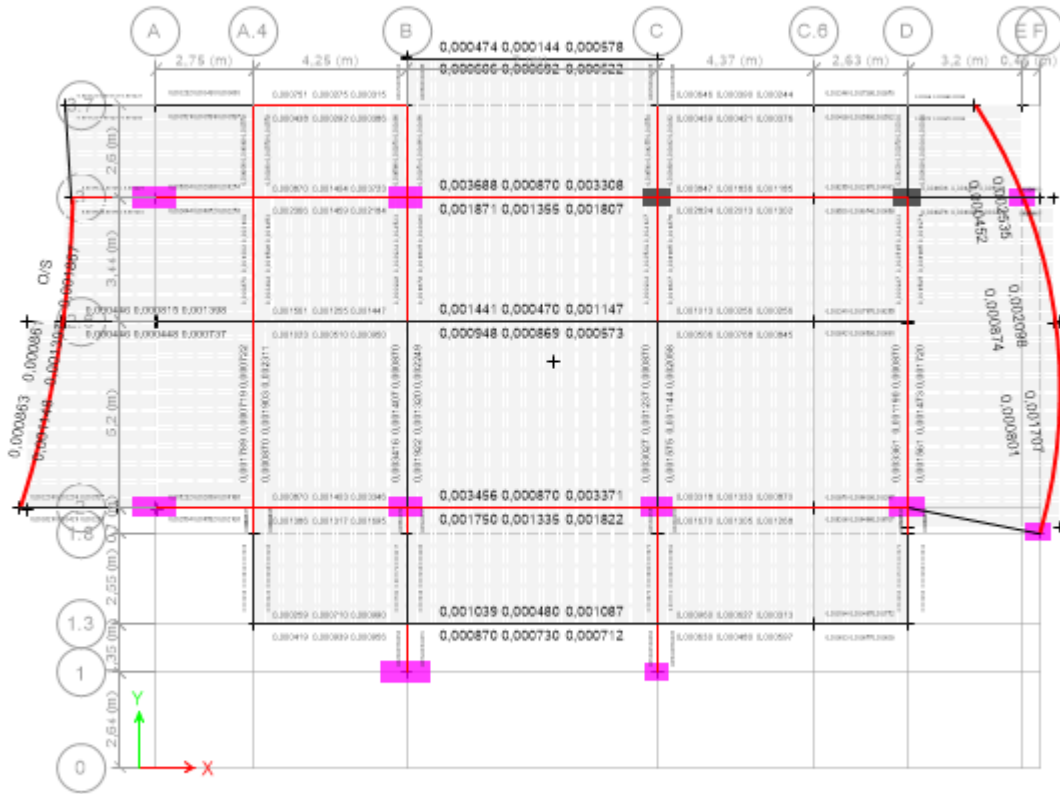
Anexos 14. Acero de Refuerzo Long Z= 1152 (cm)

Fuente, Adrián 2019.



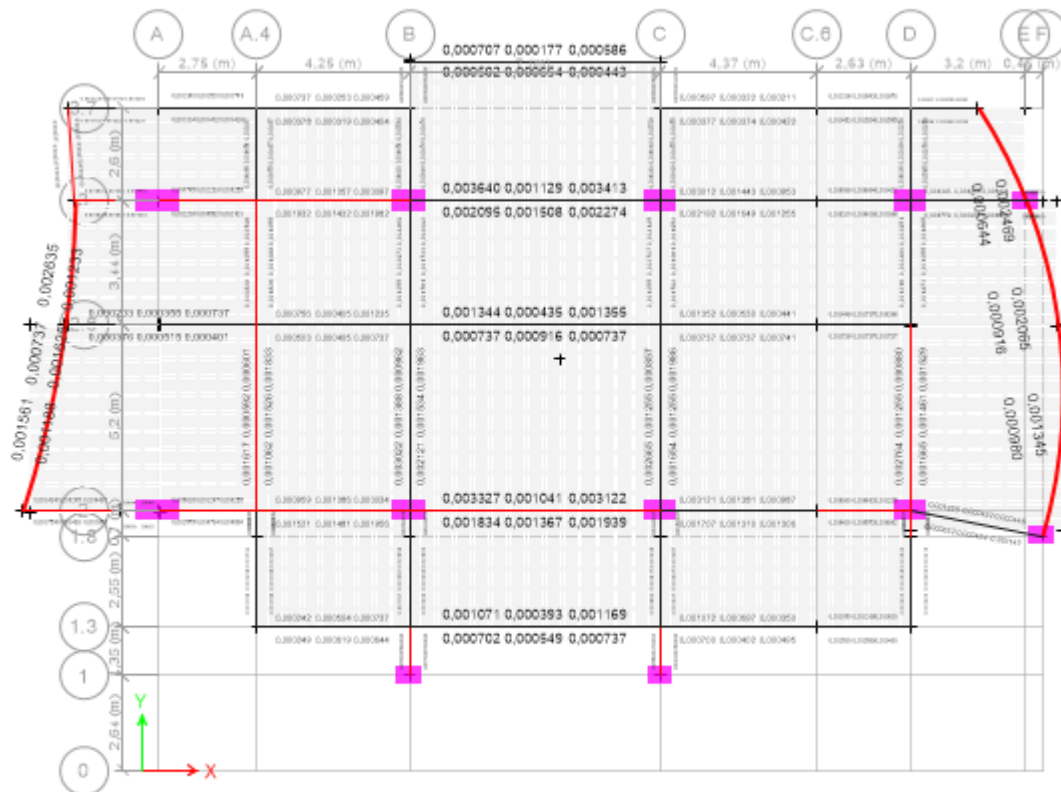
Anexos 15. Acero de Refuerzo Long Z= 1536 (cm)

Fuente, Adrián 2019



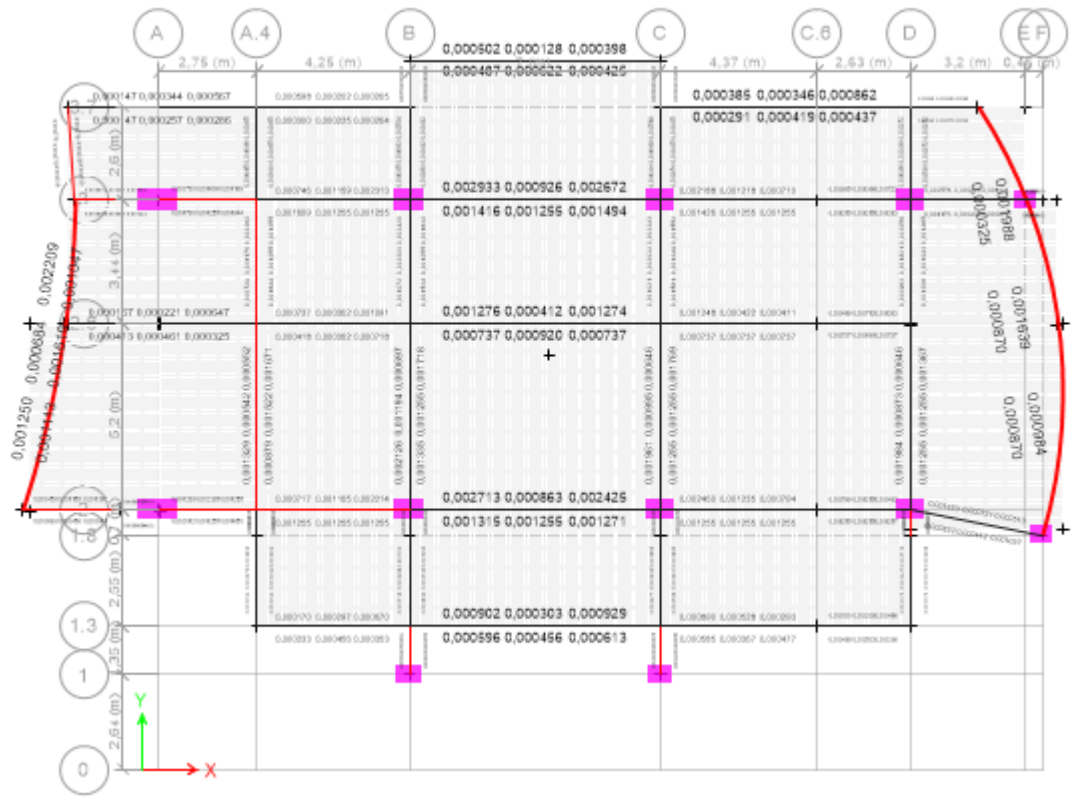
Anexos 16. Acero de Refuerzo Long Z= 1920 (cm)

Fuente, Adrián 2019.



Anexos 17. Acero de Refuerzo Long Z= 2304 (cm)

Fuente, Adrián 2019.



Anexos 18. Acero de Refuerzo Long Z= 2688(cm).

Fuente, Adrián 2019.